

CONTRIBUTION A L'EXAMEN STATISTIQUE
DE L'HEMOGRAMME
DU TRAVAILLEUR ALGERIEN

(A PROPOS DE 500 SUJETS)

THESE

pour le Doctorat en Medecine

présentée et soutenue publiquement le Mai 1972

par

JEANNINE - GENEVIÈVE KROUN - BAUDRU

née le 15 Décembre 1930 à Constantine (Algérie)

MEMBRES DU JURY

MM. OLLIVIER	Professeur de Médecine Légale et Médecine du Travail,	- Président
COLONNA	Professeur (Maladie du sang)	} Juges
ZIDANE	Maitre de conférences agrégé (Histologie)	
MONTILLIER	Maitre Assistant (Médecine du Travail)	



SERMENT D'HIPPOCRATE .

En présence des Maîtres de
cette Faculté , de mes chers condisciples
et selon la tradition d'HIPPOCRATE je promets
et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la médecine .

Je donnerai mes soins gratuits à
l'indigent et n'exigerai jamais un salaire
au-dessus de mon travail . Admis dans l'intérieur
des maisons , mes yeux ne verront pas
ce qui s'y passe , ma langue taira les secrets
qui me seront confiés et mon état ne servira
pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le
crime .

Respectueux et reconnaissant
envers mes Maîtres , je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères .

Que les hommes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses , que je
sois couvert d'opprobre et méprisé, de mes confrères
si j'y manque .



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554806_0004

CETTE THESE EST DEDIEE ,

A CEUX QUI NE SONT PLUS ,

Mes parents ,
Ma grand-mère, Amé.
Mon beau-père
Mon neveu Rachid

A MALEK et MADJID ,

Mes fils , pour l'aide qu'ils
m'ont apportée , en gage de
mon amour .

A MON MARI ,

pour sa grande compréhension

A MA SOEUR , A MON FRERE , TOUTE MA FAMILLE

A MA BELLE-FAMILLE

A CLAUDE et SALIMA

A TOUTES MES AMIES , pour leur aide , merci .

A TOUS CEUX QUE J' AIME .

A TOUS MES CAMARADES DE LA FACULTE
A TOUS CEUX QUI PARTAGENT MON TRAVAIL .

A NOTRE PRESIDENT DE THESE , Monsieur OLLIVIER

Professeur de Médecine Légale et de Médecine
du travail .

qui a suivi de près la réalisation de
ce travail et nous a guidée .

Nous le remercions pour l'accueil
bienveillant que nous avons toujours trouvé
auprès de lui . Ses critiques comme ses
encouragements nous ont été utiles pour
mener à bien notre tâche .

Nous lui exprimons notre déférente
reconnaissance pour l'Enseignement qu'il nous
a donné et le grand honneur qu'il nous a
fait en acceptant de présider notre Jury et
l'assurons de notre profonde admiration .

A MES JUGES

A Monsieur le Professeur COLONNA

qui nous a guidée depuis le début de ce travail et sans qui cette étude n'aurait pu être réalisée .

Nous le remercions pour tous les conseils qu'il nous a donnés , pour le temps qu'il nous a consacré et dont nous avons parfois abusé .

Nous ne saurons assez lui exprimer notre gratitude pour ce qu'il nous a appris et l'aide qu'il ne nous a jamais refusée .

Qu'il nous permette de lui dire notre admiration et notre reconnaissance pour l'honneur qu'il nous fait d'accepter aujourd'hui de juger notre travail .

A Monsieur le Professeur ZIDANE .

qui a bien voulu accepter de
siéger à notre Jury .

Son amitié , tout au long de nos
études a été pour nous le meilleur des
encouragements . Nous admirons sa compé-
tence et avons à coeur de suivre son exemple.

Nous le remercions pour l'interêt
qu'il a porté à la réalisation de ce tra-
vail, l'aide qu'il nous a apportée chaque
fois que l'avons sollicitée et l'honneur
qu'il nous fait d'être là aujourd'hui .

A Monsieur le Docteur MONTILLIER

qui a inspiré cette thèse .

Nous le remercions pour toute
l'aide et la compréhension que nous avons
toujours trouvés auprès de lui aussi bien
pour la réalisation de cette enquête que
dans notre métier de médecin du travail .

Nous avons bénéficié de sa grande
expérience et de sa compétence et nous lui en
sommes profondément reconnaissante comme
nous lui sommes reconnaissante d'accepter
de juger ce travail .

A NOS MAITRES DES HOPITAUX ET DE LA FACULTE

A Monsieur le Professeur SLIMANE TALEB

au début de nos années d'études
votre Enseignement de grande qualité a été
pour nous la meilleure école. Vous nous
avez enseigné la précision et nous vous
remercions de nous avoir évité le goût
de la facilité .

Nous vous exprimons notre gratitude
pour l'interêt que avez porté à notre enquête
et l'aide que vous nous avez accordée en mettant
votre Laboratoire à notre disposition .

A Monsieur le Professeur MESSERCHMITT .

Nous avons accompli dans votre
service notre premier stage hospitalier .
Vous nous avez appris alors à aimer une
discipline que vous enseigniez avec passion .

Nous vous prions de trouver dans
ce travail l'hommage de notre respectueuse
reconnaissance .

A Monsieur le Professeur BENMILOUD

En gage de remerciement pour l'aide qu'il ne nous a jamais refusée . Nous admirons sa compétence et lui exprimons notre reconnaissance pour les encouragements qu'il nous a toujours prodigués .

A Monsieur le Professeur GERONIMI

Nous le remercions pour sa compréhension , l'enseignement qu'il nous a donné et son aide amicale .

A Monsieur le Professeur CHAULET et Monsieur le Professeur LARBAOUI .

Vous nous avez accueillie avec bienveillance dans votre Service . Nous vous remercions de tout ce que nous y avons appris .

A Monsieur le Professeur DRIF

Nous avons été externe dans votre Service . Votre enseignement nous a été précieux Vous nous avez appris à soigner avec méthode et patience et nous avez toujours aidée de vos conseils . Nous vous en sommes profondément reconnaissante .

A Monsieur le Professeur TOUMI et Monsieur le Professeur BOUDJELLAB .

Nous avons effectué deux stages dans votre service . Nous y avons appris beaucoup . Vous nous avez toujours guidée de vos conseils et nous avez manifesté une particulière bienveillance dont nous vous sommes très reconnaissante .

A Monsieur le Professeur BONAFOS

Maitre incontesté de votre discipline vous nous avez fait bénéficier , au cours de notre stage d'interne de votre grande expérience et de votre compétence . Nous avons à coeur d'être à la hauteur de votre enseignement et nous n'oublierons jamais la bienveillance que vous nous avez manifestée . Pour tout ce que vous nous avez appris nous vous exprimons toute notre gratitude .

A Monsieur le Professeur ABDELWAHAB

Vous nous avez enseigné votre Spécialité avec patience et compétence . Nous admirons votre savoir et nous vous remercions pour ce que nous avons appris au cours de notre stage d'interne dans votre service .

A tout le personnel du Centre Régional de
Médecine du travail de la SONATRACH
pour toute l'aide qu'il m'a apportée

Au personnel du Laboratoire de la Clinique
Hématologique du Centre hospitalier
et Universitaire d'Alger qui a réalisé
un grand travail .

Au personnel du Laboratoire de Médecine du
travail et de Médecine légale pour
son aide .

A tous ceux qui nous ont aidée .

A Monsieur le Président-Directeur
Général de la SONATRACH qui a bien
voulu nous permettre de réaliser cette
enquête , avec l'expression de notre
gratitude .

PRIERE DU MEDECIN

* *
 *

Remplis mon âme pour l'art et pour les créatures . N'admets pas que la soif du gain et la recherche de la gloire influent dans l'exercice de mon art car les ennemis de la vérité et de l'amour des hommes pourraient facilement m'abuser et m'éloigner du noble devoir de faire du bien à tes enfants . Soutiens la force de mon coeur pour qu'il soit toujours prêt à servir le pauvre et le riche, l'ami et l'ennemi le bon et le mauvais . Fais que je ne vois que l'homme dans celui qui souffre .

Que mon esprit reste clair près du lit du malade, qu'il ne soit distrait par aucune pensée étrangère afin qu'il ait présent tout ce que l'expérience et la science lui ont enseigné, car grandes et sublimes sont les recherches scientifiques qui ont pour but de conserver la santé et la vie de toutes les créatures . Fais que mes malades aient confiance en moi et mon art qu'ils suivent mes conseils et mes prescriptions .

Eloigne de leur lit les charlatans , l'armée des parents aux mille conseils et les gardes qui savent toujours tout, car c'est une engance dangereuse qui , par vanité , fait échouer les meilleures intentions de l'art et conduit souvent les créatures à la mort .

Si les ignorants me raillent et me blâment , fais que l'amour de mon art , comme une cuirasse , me rende invulnérable pour que je puisse persévérer dans le vrai, sans égard au prestige , au renom et à l'age de mes ennemis .

Prête-moi , mon Dieu, l'indulgence et la patience auprès des malades entêtés et grossiers. Fais que je sois modéré en tout mais insatiable dans mon amour de la science .

Eloigne de moi l'idée que je peux tout. Donne-moi la force , la volonté et l'occasion d'élargir de plus en plus mes connaissances. Je peux découvrir aujourd'hui dans mon savoir des choses que je ne soupçonnais pas hier, car l'art est grand mais l'esprit de l'homme pénètre toujours plus avant .

MAIMONIDE (XIIème siècle)

A V A N T - P R O P O S

La numération sanguine est , très certainement , un des examens les plus fréquemment demandés en médecine hospitalière et en pratique médicale courante .

C'est une analyse de base , facile à exécuter , le plus souvent systématique, réclamant un appareillage modeste . On la retrouve dans presque tous les chapitres de la pathologie tant chirurgicale que médicale, en obstétrique,, en pédiatrie , en réanimation... Elle précède la plus minime des interventions chirurgicales et on pourrait presque affirmer qu'il n'est pas un seul dossier de malade hospitalisé où elle ne figure .

Elle est également présente dans les bilans demandés par les médecins exerçant en clientèle privée , dans les consultations externes des hopitaux et dispensaires et aussi dans les " check-up " systématiques chers à nos confrères anglo-saxons .

En pathologie professionnelle , elle occupe une place importante dans les examens complémentaires de prévention et la législation fixe par des décrets très précis (47)(34) les valeurs de base de certains examens sanguins obligatoires avant toute embauche ou au cours des visites systématiques de surveillance de personnel exposé à des risques hémopathiques.

La numération sanguine s'accompagne souvent de la recherche de la formule et , si d'autres examens tels que la mesure de l'hématocrite et le dosage de l'hémoglobine sont plus rarement demandés , ils ne sont pas l'apanage des laboratoires spécialisés d'hématologie .

Mais alors , sur quels critères se base-t'on en Algérie , pour affirmer que telle ou telle personne est ou n'est pas anémiée , que tel opéré est en état de subir une intervention chirurgicale ou doit être transfusé au préalable, que tel enfant a "une formule perturbée " ? Sur des statistiques , évidemment , établies depuis des années par différents pays étrangers possédant des structures sanitaires très organisées et des moyens de recherche .

Exerçant en médecine du travail , nous avons durant des mois , demandé des bilans sanguins ou des examens de surveillance obligatoires et les avons interprétés comme nous l'avions toujours fait au cours de nos années d'étude par rapport aux normes fixées par décrets ou celles actuellement en vigueur à la Clinique Hématologique du Centre hospitalier et universitaire d'Alger .

Il nous a paru surprenant , qu'à ce jour , ces normes établies sur des populations étrangères , continuent à servir de bases pour préjuger de l'état de santé d'une population en majorité algérienne d'origine donc ethniquement différente de celles qui ont servi à établir les dites statistiques .

Lorsque l'on sait l'importance accordée à la répartition géographique dans l'étude des groupes erythrocytaires et des différents types d'hémoglobines , et , d'une façon plus générale , à la géopathologie et à " l'hématologie géographique " (8) , on peut penser , qu'en Algérie , il n'est peut-être pas pertinent d'utiliser , pour l'élimination d'un sujet soumis à des risques benzoliques , les constantes hématologiques d'une population européenne ou américaine .

Partant de là , l'idée nous est venue d'étudier sur des individus sains par définition puisque tous déclarés aptes au travail et en instance d'embauche , les constantes erythrocytaires et leucocytaires si banalement recherchées pour tout malade ou suspect de l'être . Nous pourrions ainsi comparer sur 500 cas , les statistiques jusque là considérées comme normes de référence avec nos propres résultats .

Nous n'avons pas voulu apporter de contradiction et prétendre fausses les normes jusqu'ici reconnues et utilisées , mais essayer de déterminer , à partir de ces constantes , une moyenne qui n'a en aucun cas la prétention d'être absolue mais constitue une première approche systématique du problème .

Ceci n'est qu'un essai , le début d'un travail à poursuivre sur un nombre beaucoup plus grand d'individus, avec des moyens mieux adaptés , en utilisant toutes les techniques modernes.

Mais les quelques résultats que nous avons pu recueillir et exploiter représentent le premier maillon d'une étude à faire d'où pourrait se dégager des normes valables sur l'ensemble du territoire algérien , compte-tenu du recrutement géographique des sujets .

* * * * *

L'hémogramme est l'ensemble des résultats de l'analyse quantitative et qualitative des éléments figurés du sang. Il est défini par un certain nombre de mesures faites sur une partie aliquote de la masse sanguine :

- . la numération globulaire rouge ou décompte des hématies par millimètre-cube.
- . la numération globulaire blanche ou décompte des leucocytes par millimètre-cube.
- . l'équilibre leucocytaire ou décompte des différents éléments blancs après étalement et coloration .
- . le dosage de l'hémoglobine ou recherche de la quantité d'hémoglobine transportée par un volume sanguin donné (g/100 ml).
- . la détermination de l'hématocrite ou pourcentage volumétrique des hématies par rapport à une quantité de sang donnée .

A ces paramètres mesurés suivant différentes techniques s'ajoutent un certain nombre de valeurs calculées intéressant les hématies :

- le volume globulaire moyen s'obtient en rapportant l'hématocrite en ml pour 1000 ml de sang, à la numération rouge exprimée en millions. Il est donné par la formule:

$$\frac{\text{Hématocrite} \times 10}{G R}$$

et s'exprime en microns-cubes .(V G M)

- la concentration corpusculaire moyenne en Hb s'obtient en rapportant la quantité d'hémoglobine exprimée en grammes pour 100 ml de sang à la valeur de l'hématocrite . Elle est donnée par la formule:

$$\frac{\text{Hémoglobine} \times 100}{\text{Hématocrite}}$$

et s'exprime en pourcentage.(C C M Hb)

- la teneur globulaire moyenne en Hb s'obtient en rapportant la quantité d'hémoglobine exprimée en gramme pour 100 ml de sang à la numération rouge exprimée en millions . Elle est donnée par la formule :

$$\frac{\text{Hémoglobine}}{G R}$$

et s'exprime en micromicrogrammes ou picogrammes.
(T G M Hb)

L'établissement d'un hémogramme complet est indispensable car chaque valeur renseigne le praticien. Cependant, celles-ci ne présentent pas toutes le même intérêt et certaines sont sujettes à de nombreuses causes d'erreurs sur lesquelles nous reviendrons au cours de ce travail .

C'est le cas de la numération rouge peu précise , sujette à des variations; elle renseigne globalement sur l'existence d'une anémie éventuelle, oriente un diagnostic ou l'étaye mais se révèle trop aléatoire pour que l'on puisse s'en contenter . Elle demeure utile dans le dépistage de certaines maladies professionnelles mais il faut , là encore , répéter les examens avant d'être affirmatif .

Le dosage de l'hémoglobine est d'un intérêt capital . C'est le seul examen pratique , rapide qui nous renseigne sur la valeur fonctionnelle des hématies . En effet , même en obtenant par la lecture électronique des numérations rouges assez précises , il n'est pas certain que , lorsque ce nombre est normal , chaque hématie transporte une quantité suffisante d'hémoglobine . En fait , c'est cela seul qui compte . Les hématies n'ont d'intérêt que par leur rôle de transporteur de l'hémoglobine et , toute altération ou diminution de celle-ci se traduira par un défaut d'oxygénation des tissus qui entraînera automatiquement une perturbation de tous les métabolismes à l'échelle cellulaire . (29)

Il est donc bien plus intéressant de savoir quelle est la quantité d'hémoglobine contenue dans un certain volume sanguin que de savoir combien il y a d'hématies dans ce même volume . On mesure cependant l'hématocrite car cette recherche , plus précise que la numération, nous donne , inversement , la quantité d'hématies capables de transporter l'hémoglobine . Toute diminution du nombre des globules rouges entraîne un appauvrissement parallèle en hémoglobine . Cet examen se révèle donc précieux dans les grandes déperditions sanguines ou les importantes altérations du sang .

Les variations de la numération blanche, dans le sens de la leucocytose ou de la leucopénie, renseignent sur l'état général d'un sujet et constituent parfois le seul élément d'une affection débutante , hématologique ou autre .(5) Mais il convient de répéter cet examen car , là encore, les causes d'erreurs sont multiples . D'autre part , on ne peut pas comparer la numération erythrocytaire , où chaque globule a la même valeur fonctionnelle, à la numération leucocytaire , étant donné que chaque catégorie de globules blancs remplit une fonction particulière .

Il faut donc compléter la numération blanche par un équilibre leucocytaire qui apporte à une donnée quantitative une précision qualitative .

Les valeurs calculées concernent les erythrocytes et permettent une interprétation plus fine de leur valeur fonctionnelle .Elles sont cependant imprécises dans la mesure où les paramètres qui ont servi à les établir le sont eux-mêmes .

Nous verrons dans la suite de notre exposé que les causes d'erreurs sont multiples, que les constantes peuvent elles -mêmes varier . L'élimination des erreurs est possible, en partie , avec un appareillage approprié mais cela reste un grand problème principalement lorsqu'il s'agit , comme c'est le cas , d'établir des moyennes . Nous avons tenté de faire pour le mieux mais sommes conscient de tout ce qu'il reste à faire .

P R E M I E R E P A R T I E

POSITION DU PROBLEME .

Nous exposerons dans cette première
partie :

- I- L'intérêt de notre travail .
- II- Les différentes sources d'erreurs.
- III- Les variations des différents
paramètres .
- IV- Les principaux syndromes hémato-
logiques en pathologie professionnelle

I - INTERET DE NOTRE TRAVAIL .

Nous voulions déterminer , dans une population active de 500 algériens des deux sexes les constantes erythrocytaires et leucocytaires et interpreter ces résultats de manière à dégager de cette première étude une moyenne de base .

L'intérêt de ce travail est donc d'apporter une contribution à la connaissance biologique de la population de l'Algérie .

L'enquête a été faite sur un nombre de cas limité; elle révèle un certain nombre d'anomalies qui permettront , plus tard , d'orienter les recherches afin d'établir des statistiques à plus grande échelle .

Notre but était également de comparer nos résultats :

- d'une part , à ceux obtenus lors d'enquêtes du même ordre dans différents pays .

- d'autre part , aux normes fixées par les textes légaux régissant la protection médicale des travailleurs exposés à certains risques professionnels pouvant entraîner des modifications hémato-
logiques .

Enfin , nous désirions mettre en évidence les causes d'erreurs intervenant dans l'établissement des hémogrammes ainsi que les variations possibles de ces constantes .

II - LES DIFFERENTES CAUSES D'ERREURS .

Pour interpréter correctement et utilement les résultats , il convient de bien connaître les sources d'erreurs susceptibles de fausser les examens . Elles sont nombreuses , plus ou moins faciles à éviter et interviennent aux différents stades :

- . du prélèvement .
- . de la préparation des échantillons .
- . de la lecture .

Il nous a paru plus simple d'adopter le plan suivant :

- . rappel des méthodes les plus courantes .
- . étude des causes d'erreurs .

Ceci , pour chaque paramètre étudié.

A/ RAPPEL DES METHODES D'ETUDE DES PARAMETRES :

1/ Le prélèvement:

Pour BOIVIN , LEVY et LORTHOLARY (14) l'étude du sang capillaire semble donner les meilleurs résultats . Ce n'est pas l'avis de CARTWRIGHT (21) ni de DURUPT (31) qui tiennent pour uniquement valable la ponction veineuse .

a/_le prélèvement capillaire_:

Il doit être fait par piqure au vaccinostyle , sur un doigt manuellement réchauffé. L'incision doit être suffisante pour que le sang s'écoule de lui-même et l'on doit prélever la 3ème ou la 4ème goutte .

Le prélèvement se fait directement dans la pipette de dilution .

b/ le prélèvement veineux :

Il doit être pratiqué sur un sujet au repos. L'endroit à ponctionner , le pli du coude généralement, doit être désinfecté avec de l'alcool à 70° et séché . On doit employer une aiguille de 7/10 de diamètre et une seringue sèche , stérile et dont tout l'air a été exprimé . Dans la mesure du possible on laissera couler le sang directement du trocart dans le tube destiné à recueillir le prélèvement. Si cela n'est pas possible , on le recueillera dans un flacon propre, sec , contenant une quantité d'anticoagulant desséché déterminée en fonction de la quantité de sang à prélever .

La ponction doit être douce , en un ou deux temps et le garrot enlevé avant de laisser couler le sang . Celui-ci , recueilli doucement, sera agité avec précaution , sans trop d'énergie . Les échantillons seront conservés à température moyenne et examinés le plus rapidement possible .

2/ La préparation des échantillons :

a/ les numérations :

Les dilutions seront faites au Laboratoire pour les prélèvements veineux . On manipuera le sang le moins possible .

Pour les numérations rouge et blanche : aspiration dans des pipettes spéciales . Il en existe de plusieurs types . Elles doivent être calibrées et répondre à des normes précises .

De plus , ces pipettes doivent être rigoureusement lavées et séchées pour éviter des erreurs de dilution . L'agitation sera conduite sur des agitateurs spéciaux afin d'assurer la répartition homogène des cellules dans le liquide de dilution . On peut agiter manuellement les pipettes (prélèvement capillaire) mais cela doit se faire doucement et en tous sens .

Le bord des pipettes , bord capillaire en particulier doit être rigoureusement parfait. La moindre éraflure du verre peut entraîner une erreur .

Il existe plusieurs formules de liquides de dilution . Les plus couramment employés sont le liquide de MARCANO pour l'étude de la numération rouge et celui de HAYEM pour la numération blanche .(9)

Lorsque la lecture se fait sur un compteur électronique , la technique n'est pas la même. On dilue dans un pilulier de 20 cc , 0,02 ml de sang dans 10 ml d'eau physiologique (et , éventuellement 0,02 cc de saponine) La dilution se fait au 1/ 50.000 pour les numérations rouges et au 1/500 pour les numérations blanches . La saponine est destinée à lyser les hématies lors de la numération leucocytaire .

b/ L'hématocrite:

la préparation des échantillons dépend de la méthode utilisée .

- dans la méthode du macrohématocrite : on utilise un tube de WINTROBE que l'on remplit jusqu'à un trait limite . On pratique alors une centrifugation à 4.000 tours/minute. durant 20 minutes (56)

- dans la méthode du microhématocrite: on utilise des tubes capillaires héparinés que l'on centrifuge dans des centrifugeuses adéquates 4 minutes à 12.000 tours/minute.(42)

Cette méthode est fréquemment utilisée en pratique courante .

c/ L'hémoglobine :

Il existe plusieurs méthodes . Certaines ont été abandonnées . Nous n'en décrivons que deux :

- la méthode de SAHLI consistant à comparer à un échantillon coloré le sang du sujet dont on a transformé l'hémoglobine en hématine acide par addition d'acide chlorhydrique . Cette méthode , considérée comme courante en France ou aux Etats-Unis est très contestée par DACIE et LEWIS en Angleterre (24)

- la méthode à la cyanméthémoglobine est nettement plus précise. Elle est basée sur le principe de la transformation de l'hémoglobine d'un échantillon donné en cyanméthémoglobine à spectre caractéristique , par adjonction d'une solution appropriée de réactif au cyanure de potassium . On utilise généralement le liquide de DRABKIN(28) . La dilution est de 0,02 cc de sang dans 5cc de réactif .

Nous noterons que cette méthode vient d'être officiellement adoptée , entre autres , par le Comité Européen de standardisation des normes hématologiques (14) .

d/ l'équilibre leucocytaire:

Le sang , recueilli dans le flacon échantillon est étalé sur lame sèche , propre , soit à l'aide d'une lamelle , soit d'une autre lame afin d'obtenir un " frottis " .

Il existe une technique d'étalement à la plume : elle consiste à recueillir sur une plume très plate une petite quantité de sang et à l'étaler en zig-zag sur une lame sèche très propre (48)

Les étalements doivent être faits le plus rapidement possible après le prélèvement. Ils peuvent également être pratiqués sur sang capillaire à l'extrémité du doigt . Les prélèvements au niveau du lobe de l'oreille sont à proscrire (31) .

Les lames sont ensuite colorées par des réactifs . Les plus courants sont les liquides de MAY-GRUNEWALD puis de GIEMSA ou celui de WRIGHT .(21)(9)

La coloration peut se faire manuellement mais il existe actuellement des appareils automatiques ou semi-automatiques . Certains sont livrés avec des colorants prêts à l'emploi .

3/ La lecture des échantillons:

a/ les numérations :

La lecture peut se faire soit au microscope suivant la méthode traditionnelle soit à l'aide d'un compteur électronique .(16)

- si la lecture est faite au microscope, l'échantillon , dilué dans la pipette , est , après agitation , déposé dans la chambre à numération d'une cellule quadrillée . Les cellules les plus couramment utilisées sont celle de MALASSEZ ou de THOMA . La lecture se fait en comptant un nombre donné de champs. Dans la cellule de MALASSEZ , on compte 4 rectangles de 20 petits carrés . En fonction de la dilution pratiquée au départ on multiplie le chiffre obtenu pour avoir la valeur par millimètre-cube de sang . (Si la dilution est au 1/200 , par exemple , on multiplie le chiffre trouvé à la lecture précédente par 5.000. (31)

Pour les numérations blanches , le décompte se fait sur une surface carrelée correspondant à $0,1 \text{ mm}^3$ et une multiplication en fonction de la dilution donne la valeur pour 1 mm^3 .

- si la lecture est électronique , le chiffre est donné sur un tableau lumineux . On effectue généralement trois comptes pour chaque échantillon .

b/ l'hémoglobine:

- dans la méthode de SAHLI : comparaison avec une échelle colorimétrique .

- dans la méthode à la cyanméthémoglobine : déflexion de l'aiguille d'un galvanomètre et lecture directe .

Dans le premier cas le résultat est exprimé en pourcentage et doit être rapporté en quantité par 100 ml de sang .

Dans le second le résultat est directement exprimé en g/100 ml de sang .

c/ l'hématocrite:

Lecture directe du niveau sur le tube par les deux méthodes .

d/ les équilibres leucocytaires:

Lecture microscopique directe des frottis .

B/ LES CAUSES D'ERREURS : (10)(11)(16)(21)

1/ Lors du prélèvement :

- si le prélèvement est capillaire:
expression trop énergique à l'endroit de l'incision .
.cyanosé , oedème, refroidissement excessif de la zone de prélèvement.
.prélèvement de la première goutte .
.impossibilité d'obtenir du sang sans pression.
- si le prélèvement est veineux:
. garrot maintenu trop serré ou trop longtemps .
.cyanose , oedème de la zone de prélèvement .
.coagulation de l'échantillon par utilisation de matériel sale ,oubli d'anticoagulant quantité insuffisante ou mélange mal conduit.
. hémolyse par agitation excessive .
. hémodilution par utilisation de matériel mouillé .
. technique mal conduite : piqure traumatissante, opérateur brutal, aiguille trop fine aspiration trop brusque dans la seringue.

2/ lors de la préparation des échantillons:

a/ les numérations:

- numération par méthode manuelle : l'erreur peut intervenir:
 - au moment de la dilution
 - au moment du montage de la cellule .

= l'erreur intervient au moment de la dilution :

Il faut tout d'abord noter que celle-ci doit se faire le plus tôt possible après le prélèvement . En effet , les leucocytes doués de propriétés phagocytaires ont tendance à se déposer contre les parois de verre du flacon contenant l'échantillon . Le décompte des globules blancs se trouvera faussé si cette précaution n'est pas prise .

Notons également:

.l'utilisation de pipettes détériorées , sales mouillées , contenant des corps étrangers ou des globules d'un compte précédent .

.agitation mal conduite , insuffisante.

. utilisation d'un liquide de dilution non conforme, sale .

.dilution mal menée : rapport sang-liquide de dilution incorrect.

.utilisation de pipettes non étalonnées .

CARTWRIGHT donne comme erreur standard due au calibrage des pipettes normalisées :

- pour numérations rouges : 5%

- pour numérations blanches:3,5%

Il est à noter que , malgré l'homologation du matériel ces erreurs sont difficiles à éliminer .

= l'erreur intervient au moment du montage de la cellule:

. les premières gouttes contenues dans le capillaire de la pipette n'ont pas été rejetées.

On observe alors une fausse cytopénie car il ne s'y trouve que du liquide de dilution .

- . la cellule est sale , mouillée , abîmée .
- . la répartition est inégale dans la chambre à numération.

CARTWRIGHT évalue ces erreurs à :

- 2,9% (± 1) pour l'erreur due au calibrage
- 3,5% (± 1) pour l'erreur due à la répartition.

Dans tous les cas , l'erreur minimale est de 4,6% (± 1)

- numération par méthode électronique:

les erreurs au moment de la dilution sont dues:

- . à un nettoyage insuffisant de l'appareil .
Il faut toujours effectuer un compte à blanc avec de l'eau physiologique et de la saponine avant toutes séries de mesures .
- . à un nettoyage insuffisant des piluliers.
- . à une erreur technique dans les proportions
quantité de sang , d'eau ou de saponine incorrects.
- . eau physiologique non tamponnée .

b/ l'hématocrite: (57)

- . macrohématocrite : remplissage incorrect du tube.
- . microhématocrite : capillaire mal rempli .
- . matériel sale , mouillé .
- . centrifugation mal conduite, trop longue ou trop courte . Vitesse non respectée.

c/ l'hémoglobine :

. dilution impropre par utilisation de mauvais réactifs , doses incorrectes.

. matériel sale , mouillé .

CARTWRIGHT évaluée à 2% l'erreur standard de la pipette servant à mesurer l'échantillon de sang.
(21)

d/ les équilibres leucocytaires :

. utilisation de lames sales , grasses , nouillées , déformées .

. frottis trop épais , inégaux , mal répartis.

. présence de corps étrangers .

. coloration insuffisante, inégale , due à l'emploi de solutions trop concentrées ou trop diluées , non tamponnées .

. stockage des lames auprès de vapeurs acides.

La coloration à l'aide d'appareils réduit les erreurs de préparation .

3/ La lecture des échantillons:

C'est à ce stade que , pour certains paramètres , intervient la plus importante cause d'erreur .

a/ les numérations :

Nous dirons tout de suite que la méthode visuelle est infiniment moins précise que la méthode électronique qui réduit au minimum les erreurs dues à l'opérateur .

- numération par méthode visuelle:

- . choix d'un mauvais grossissement .
- . champs de lecture très riches ou très pauvres si la répartition était inégale .
- . erreur de comptage par fatigue visuelle.
- . erreur de frappe sur le compteur manuel.
- . temps consacré au comptage insuffisant .

Pour CARTWRIGHT : cette erreur de lecture est de $- 4,2\%$ (± 2) pour des opérateurs très entraînés .

$- 7,6\%$ (± 2) pour des opérateurs débutants.
(21)

NAJEAN estime (citant en référence BIGGS et MAC MILLAN) l'erreur totale sur les numérations à 8% pour du personnel très entraîné et 10 à 15% pour du personnel peu qualifié . 44,11

Ces chiffres ne sont guère différents des valeurs totales données par CARTWRIGHT :

- erreur totale pour un personnel qualifié :
10,6 %
- erreur totale pour un opérateur débutant :
14% .

Dans les conditions de fonctionnement habituel des laboratoires d'Hématologie souvent surchargé on considère comme inévitable une erreur sur les numérations par méthode visuelle de l'ordre de 10 à 15% .

L'erreur est réduite au minimum avec la méthode électronique puisque le facteur visuel n'intervient plus mais on l'estime encore à 2% (44)

- numération électronique :

les erreurs sont dues à des causes techniques .

. étalonnage non fait : il faut , rappelons-le pratiquer au moins un compte à blanc avant toute lecture . La valeur lue ne doit pas dépasser 5 éléments .

. présence de corps étrangers dans la préparation comptés comme cellules .

. passage de plusieurs erythrocytes agglutinés comptés comme un seul .

. lyse des globules par numération tardive : celle-ci doit être faite immédiatement après la dilution .

. solution non tamponnée : acide en particulier

. solution non maintenue aux environs de 20°.

. présence de bulles dues à la saponine .

CARTWRIGHT évalue l'erreur de lecture par cette méthode à:

- 2% (± 2) pour les numérations rouges

- 4,6% (± 2) pour les numérations blanches.

Il est donc bien certain que cette méthode électronique apparait comme bien supérieure à la méthode visuelle mais réclame un appareillage coûteux encore inaccessible à de nombreux laboratoires .

b/ l'hématocrite:

. pour le macrohématocrite : l'erreur peut intervenir lors de la lecture du niveau : tube non tenu verticalement , non respect du ménisque .

erreur due à la lecture du niveau : (0,34%)

selon CARTWRIGHT qui évalue l'erreur totale par cette méthode à 1,9% (± 2)

- méthode au microhématocrite :

- . erreur due à la lecture du niveau .
- . centrifugation insuffisante : la séparation entre les éléments rouges , les leucocytes et le plasma est imparfaite .
- . centrifugation prolongée : risque d'hémolyse due à la chaleur.

Cette méthode par microhématocrite donne généralement des taux légèrement plus bas qu'avec la méthode précédente . Cela est dû à la difficulté d'appréciation des différents niveaux sur un tube capillaire .

CARTWRIGHT évalue à 2% l'erreur totale sur la mesure de l'hématocrite par cette méthode .

c/ l'hémoglobine :

- par l'emploi de la méthode colorimétrique

l'erreur de lecture réside dans un défaut d'appréciation de la variation d'intensité de la couleur: brune dans la méthode de SAHLI . D'autre part , cette couleur se développe pour 95% de l'hémoglobine d'un échantillon après 10 minutes de fatigue de l'oeil (44) . Il peut également se produire des modifications dans la coloration (polissement) durant le temps de latence nécessaire à l'appréciation du résultat.
(24)

CARTWRIGHT évalue à 10% l'erreur par cette méthode ; NAJEAN , de 5 à 10% .

DACIE et LEWIS , eux la proscrivent (24)

- par l'emploi de la méthode spectrophotométrique :

. la lecture étant directe, l'erreur ne peut intervenir à ce stade .

Rappelons toutefois qu'il convient , avant toute mesure d'effectuer un compte à blanc avec du deul liquide dilution et un étalonnage à l'aide d'une solution standard d'hémoglobine à 15 g/100 ml de sang .

CARTWRIGHT évalue l'erreur due à cette méthode à 2% . Pour NAJEAN , elle est " inférieure à 10 % " . (21) (44)

d/ les équilibres leucocytaires :

. l'erreur de lecture est due à l'opérateur:

. choix d'un mauvais champ de lecture .

Eléments trop groupés , dénaturés .

Amas de colorant gênant la lecture .

. erreur dans la reconnaissance des différents éléments par fatigue visuelle .

Notons que , pour une même lame des résultats différents peuvent être trouvés:

. par deux opérateurs différents

. par le même opérateur au cours de deux lectures successives .

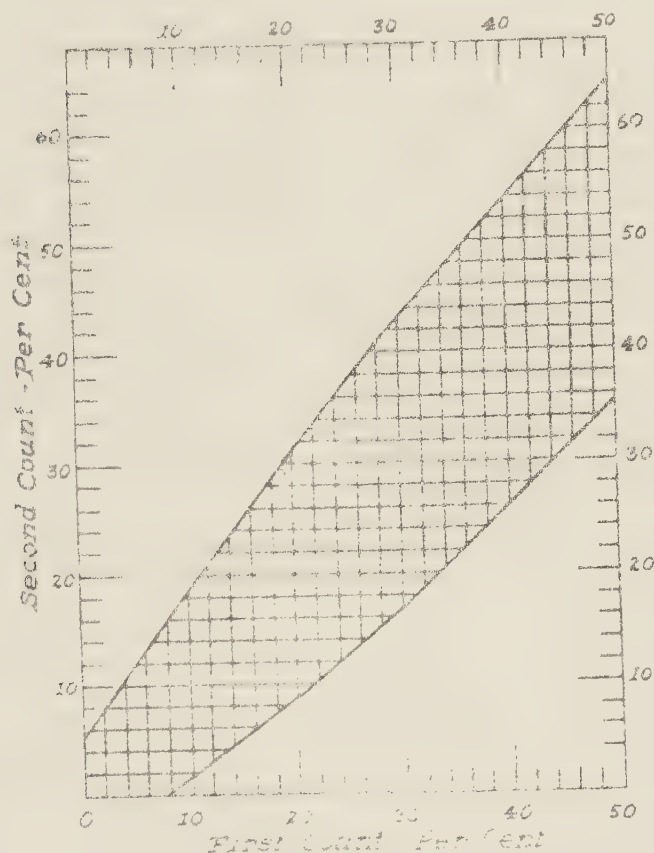
CARTWRIGHT indique , sur le graphique suivant , les variations possibles lors de la lecture d'une même lame : (21)

. sur 100 éléments

. sur 200 éléments .

Nous le verrons plus en détail sur ce graphique comparant les résultats donnés deux comptes successifs des éléments blancs d'un même frottis sanguin :

- l'un sur 100 éléments
- l'autre sur 200 éléments



d'après CARTWRIGHT (21)

Les valeurs du premier compte sont portées en abscisse .

Les valeurs du second , en ordonnée . Si le point d'intersection de ces deux valeurs tombe dans l'espace hachuré , cela signifie que celles-ci sont sensiblement égales . Si le point d'intersection est en dehors , ces valeurs peuvent être différentes dans 95% des cas au moins .

Nous illustrerons les différences qui peuvent exister dans la détermination des constantes érythrocytaires et leucocytaires en reproduisant quatre tableaux :

- le premier résume les valeurs obtenues en analysant les mêmes échantillons sanguins par des méthodes différentes.
- le second nous montre les valeurs trouvées pour des échantillons examinés suivant les mêmes méthodes mais par des groupes d'étudiants différents .
- les troisième et quatrième tableaux donnent les chiffres obtenus sur des populations différentes mais répondant aux mêmes critères de sélection et dont les échantillons sanguins ont été examinés par des opérateurs très qualifiés .

Les moyennes obtenues présentent des variations très importantes .

- notons également une expérience faite par une unité de recherche de l'A.P.A.S (12)
" Au cours d'un essai, il a été pratiqué sur un volontaire un prélèvement unique de 60 ml de sang . Cette quantité a été ensuite répartie dans trente tubes . Ceux-ci ont été adressés à trois laboratoires différents , anonymement mêlés à d'autres échantillons . Les résultats ont montré des variations d'une telle ampleur que les auteurs de cette expérience ont pu affir-

ner en conclusion :

" C'est avec une marge d'erreur de 40 % qu'il faudrait toujours interpréter un résultat en pratique quotidienne . "

L'enquête portait sur la numération blanche d'un ouvrier du bâtiment . Les résultats s'échelonnent entre 6.000 et 14.000... La moyenne est de 10.600 avec un écart-type de 1933 .

TABLEAU N° 1

Valeur déterminée	Méthodes	Moyenne	Limites
Numération rouge	Manuelle (1)	5,4	4,5 - 6,3
	Electronique (2)	5,2	4,4 - 6,0
Hématocrite	Macrohématoc.(1)	47	40 - 54
	Microhematoc.(2)	46	41 - 51
Volume globulaire moyen	Manuelle et macrohem. (1)	87	80 - 94
	Electron . et macrohem. (3)	90	83 - 97
	Manuelle et microhem . (3)	85	77 - 93
	Electron. et microhem. (2)	88	80 - 76

(1) : à partir de WINTROBE (58)

(2) : à partir de R.M.GREENDYKE & al: (34)

(3) : valeurs calculées à partir de (1) et (2)

Ce tableau est extrait du même volume que le précédent.

Ce tableau concerne les valeurs calculées à partir de constantes déterminées en partie par les étudiants .Ceux-ci étaient groupés en 3 classes .

valeur déterminée	classe	moyenne	limites	erreur
volume	1	92	80-104	13,2
globulaire	2	95	80-110	16,2
moyen	3	95	84-106	11,8
concentration	1	33	30-36	10,9
corpulaire	2	35	32-38	10,3
moyenne en Hb	3	32	29-35	11,2
Teneur globulai	1	30	25-35	16
re moyenne en	2	34	29-39	15,3
Hb	3	31	26-36	16,2

- . les numérations étaient manuelles .
- . l'hémoglobine dosée par la méthode de SAHLI
- . la valeur de l'hématocrite avait été communiquée aux étudiants .
- . le volume globulaire moyen est exprimé en microns-cubes
- . la concentration corpulaire moyenne en Hb est exprimée en pourcentage
- . la teneur globulaire est exprimée en picogrammes .

Ce tableau est extrait de l'ouvrage de CARTWRIGHT
(21) " diagnostic laboratory hematology "

TABLEAU N° 3

valeur déterminée	moyenne	limites	erreur
numération érythrocytaire	5,66	5,16 - 6,20	9,1
Hémoglobine en g /100 ml	17.0	16,8 - 17,2	1,2
Volume globulaire moyen	88	80 - 96	9,5
Concentration corpuscul.moy.en Hb	34	33 - 34	1,5
Teneur globulaire moyenne en Hb	30	27 - 33	10

TABLEAU N° 4

valeur déterminée	moyenne	limites	erreur
numération érythrocytaire	4,45	4,29 - 4,61	3,6
Hémoglobine en g /100 ml	14,7	14,5 - 14,9	1,2
Volume globulaire moyen .	99	96 - 102	3,2
Concentration corpusc.moy. en Hb	34	33,6 - 34,4	1,2
Teneur globulaire moyenne en Hb	31	32 - 34	3,6

(1) et (2) d'après CARTWRIGHT .

- . numération par méthode électronique (COULTER)
- . hémoglobine par méthode à la cyanméthémoglobine
- . hématocrite : (1)=50% ; (2)= 44% .
- . les opérateurs ont pratiqué plusieurs comptes par échantillon et ont utilisé plusieurs pipettes de dilution .

Ces différents tableaux et l'expérience pratiquée par les médecins de l'A.P.A.S. ont donc confirmé la variabilité des résultats . Il est certain que les causes d'erreurs sont nombreuses et , si parfois certaines s'annulent , d'autres peuvent s'additionner .

Il faut également savoir que la notion de population " normale " est elle même sujette à caution .

Pour WINTROBE (58) dans toute recherche statistique, il faut considérer que les résultats sont donnés avec un coefficient de variabilité de plus ou moins 2 , dans les meilleurs des cas. Ce qui signifie que , lorsqu'on examine 100 sujets 95 seulement sont concernés par les résultats . Il a donc été examiné 5 sujets que l'on a , à tort , qualifiés de " normaux " .

En résumé :

- l'erreur la plus importante peut être commise sur la numération :
 - . en raison des manipulations nombreuses et du facteur humain pour les numérations visuelles .
 - . en raison de la variabilité des taux de globules rouges et blancs au cours de la journée ou sous les influences les plus diverses .
- l'erreur sur le dosage de l'hémoglobine est actuellement diminuée par l'adoption de la méthode à la cyanméthénoglobine .

- en ce qui concerne l'hématocrite la méthode par microhématocrite est légèrement moins précise que celle par macrohématocrite mais la différence est si minime que l'on peut s'y fier en pratique courante , réservant la seconde méthode pour des cas particuliers .

- les erreurs sur les équilibres leucocytaires sont fonction du nombre d'éléments lus . Les chances de se tromper sont,évidemment,d'autant plus grandes que cette quantité est plus petite. Le décompte sur 500 ou même 1.000 éléments serait plus juste si l'on avait la possibilité matérielle de le faire pour chaque équilibre ...

- quant aux erreurs sur les valeurs calculées , elles sont dues aux erreurs sur les paramètres qui servent à les établir . Nous ne nous y attarderons pas et aborderons dans cette troisième partie le problème des variations des constantes hématologiques .

* * * * *

III- VARIATIONS DES CONSTANTES HEMATOLOGIQUES

Il peut paraître surprenant de parler de " variations " de " constantes " et pourtant il faut savoir que ces " constantes " que l'on définit peuvent se modifier dans le temps ou sous l'influence de divers facteurs .

Nous étudierons successivement :

- les variations journalières
- les variations physiologiques
- les variations géographiques
- les variations dues à différents autres facteurs .

I- LES VARIATIONS JOURNALIERES :

Rapellons que , chaque seconde sont libérés et mis en circulation :

- . 2.500.000 erythrocytes
- . 120.000 leucocytes
- . 5.000.000 de plaquettes . (6)

Il est donc vraisemblable , qu'à l'égale de tout ce que synthétise l'organisme il existe des variations en fonction du rythme nycthéméral .

= variations des constantes erythrocytaires :

Le taux des globules rouges et de l'hémoglobine est relativement stable au repos.

Une variation de l'ordre de 4% se produit avec l'activité journalière normale. (60) D'autres auteurs ont signalé une variation du taux d'hémoglobine au cours de la journée. Pour MAC CARTHY et VAN SLYKE , celle ci est de l'ordre de 6,4% (étude sur 18 sujets) en moyenne (24) . STENGLE et SCHADE ont , eux , enregistré des variations de plus de 8% lors d'une étude portant sur 20 sujets . Cette différence se retrouvait dans les deux sexes et les auteurs ont enregistré un taux plus élevé le matin que dans la soirée . (24) .(19)

Il n'est pas signalé de modification notable du taux d'hématocrite au cours de la journée .

= variations des constantes leucocytaires :

DACIE et LEWIS (24) signalent une augmentation de la numération blanche au cours de la journée , le taux minimal se retrouvant le matin . Le rôle de la lumière dans cette augmentation est certain . WINTROBE affirme, en outre, (58) que si l'on peut parler de variations au cours de la journée , il faut également savoir que le taux "normal " se modifie de jour en jour suivant un cycle renouvelable propre à chaque individu .

Cela semble confirmé par une expérience effectuée par les médecins du Travail de l'A.P.A.S. (13) : 13 volontaires , ouvriers en cours de travail ont été ponctionnés 3 semaines de suite , dans les mêmes conditions. Les prélèvements ont été adressés à trois laboratoires anonymement .

Les résultats ont montré des variations très grandes d'une semaine à l'autre . Mais il faut également tenir compte , dans cette enquête des erreurs des différents laboratoires .

II- LES VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES :

Elles sont décrites par de nombreux auteurs .

= variations en rapport avec le poids et la taille:

WINTROBE signale (58) des taux moyens de numération proportionnellement plus importants chez les personnes de poids et de taille élevés .

= variations en rapport avec l'age :

Elles sont décrites dans tous les traités . Nous les résumerons dans deux tableaux :

- l'un résumant les variations des constantes erythrocytaires .
- le second les variations leucocytaires .

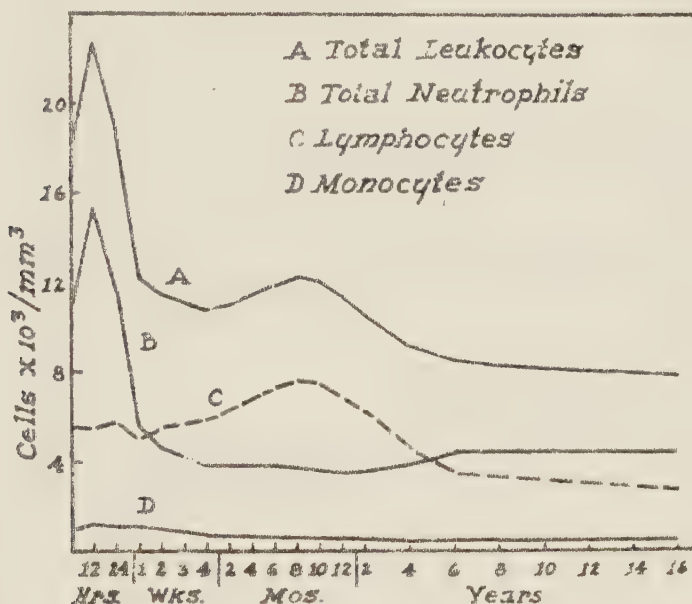
Le taux des globules rouges, de l'hé-noglobine et de l'hématocrite , très élevé à la naissance décroît jusqu'aux environs d'un an pour s'élever , à nouveau , régulièrement et se stabiliser chez l'adulte .

Le taux des leucocytes , après un pic le jour de la naissance , décroît durant le premier mois , s'élève à nouveau jusqu'à 6 mois et diminue encore pour se stabiliser vers 8-10 ans .

Ce schéma , extrait de CARTWRIGHT (21) nous illustre les variations en fonction de l'âge de la numération et de la formule leucocytaires .

Les taux se stabilisent aux environs de seize ans .

Le taux des polynucléaires neutrophiles varie de manière beaucoup plus sensible que celui des mononucléaires .



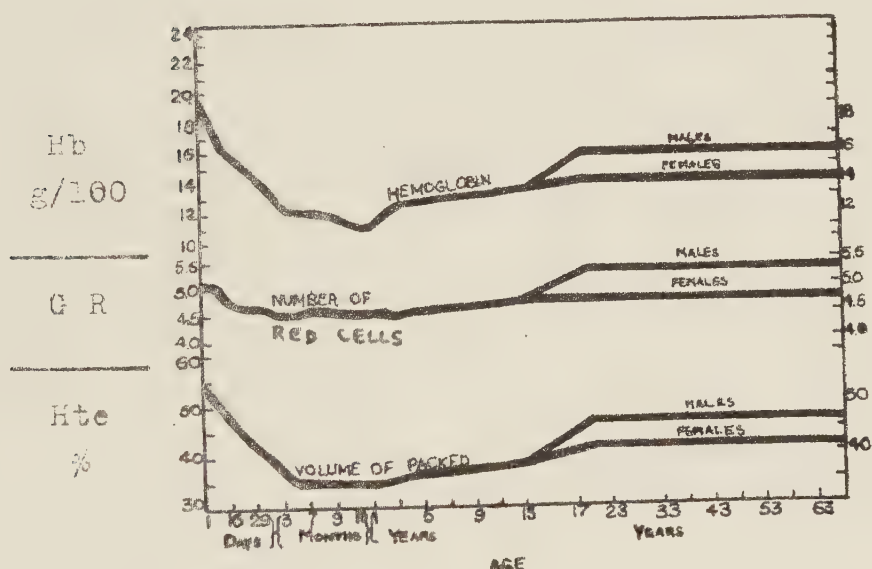
En ordonnée est portée la valeur en millions par mm³ de la numération blanche .

En abscisse les ages :- heures

- semaines (1,2,3,4)
- mois (2 à 12)
- années (2 à 16)

Sur ce graphique sont résumées les modifications des constantes erythrocytaires en fonction de l'age .

Les variations suivant les sexes interviennent à partir de la puberté .



Ce graphique est extrait de " Clinical hematology " de WINTROBE . Par souci de clarté les tracés représentant les valeurs minimales et maximales des paramètres considérés ont été supprimés pour ne conserver que le tracé de la moyenne .

= variations en fonction du sexe :

Chez la femme , les taux des différents paramètres sont légèrement abaissés . Les moyennes citées plus loin font état de nettes différences dans les constantes erythrocytaires . (36)(58)(24)(6)(51)(59)

Le taux d'hémoglobine est plus bas chez la femme particulièrement en période d'activité génitale . (24) (58) (18)

Ce taux est également abaissé pendant la période prémenstruelle et , chez certaines femmes , cette modification s'accompagne d'une baisse des globules rouges (23)

= variations en rapport avec l'état psychique :

Des modifications des constantes sous l'effet d'une émotion intense ont été décrites par plusieurs auteurs (24) (58)(44)

Une grande frayeur peut déclencher une erythrocytose passagère(60) . Celle-ci est plus fréquemment observée chez des sujets prédisposés , pléthoriques , généralement masculins .

La leucocytose émotionnelle est plus souvent décrite (58) On l'attribue à la libération dans l'organisme d'une décharge adrénalinique (24) .

On peut observer , pour les mêmes raisons une polycythémie dite " de stress " (41) .

= variations en rapport avec l'effort musculaire:

- effets sur les constantes erythrocytaires :

La plupart des auteurs (24) (58) signalent une erythrocytose après un effort musculaire important . Celle-ci serait due à la destruction accélérée d'un grand nombre de cellules lors de l'effort . Il se produirait alors une erythropoïèse réflexe .(60) Pour DACIE et LEWIS , il y aurait plutôt mise en service d'erythrocytes bloqués ordinairement dans des terminaisons capillaires (24)

Cette erythrocytose s'accompagne d'une augmentation du taux de l'hémoglobine et de l'hématocrite . Une augmentation de l'ordre de 500.000 globules rouges et de 1,5 g pour 100 ml de sang a pu être observée chez des sujets soumis à des efforts violents(24)

- effets sur les constantes leucocytaires:

La variation se fait dans le sens de la leucocytose . Elle serait due (2)(3) à la mobilisation des leucocytes adhérant aux parois des vaisseaux sanguins et brusquement mis en circulation . Cette augmentation porte principalement sur les polynucléaires neutrophiles dont le taux peut atteindre , pour une fatigue proche de l'épuisement 80 à 90 % pour une leucocytose de l'ordre de 30.000 .

Il faut noter que la variation est due beaucoup plus à l'intensité de l'effort qu'à sa durée .

III- LES VARIATIONS GEOGRAPHIQUES

Nous noterons simplement que des études ont mis en relief la répartition géographique des différents groupes erythrocytaires et l'existence de facteurs raciaux indubitables dans le domaine plus précis des types d'hémoglobine (8)

Nous remarquerons également l'existence de facteurs liés au milieu d'origine susceptibles de fausser toutes les études qui pourraient être faites sur certaines populations : anémies parasitaires , éosinophilie collective , carences martiales..)

Il nous paraît donc vraisemblable de supposer que les moyennes des constantes hématologiques , peuvent , suivant les pays et l'environnement , varier en fonction des agressions naturelles ou provoquées , des conditions de vie et du niveau de développement .

IV- VARIATIONS SOUS L'EFFET DE DIFFERENTS FACTEURS:

Quels seront les effets du climat , de la température , de l'altitude , du travail musculaire sur les constantes erythrocytaires et leucocytaires? C'est ce que nous allons exposer dans ce dernier paragraphe.

= variations en rapport avec le climat :

Aucune étude sérieuse , à notre connaissance , n'a pu apporter la preuve d'une modification particulière des constantes hématologiques sous l'effet du climat , des saisons , de la température . Ceci rejoint en partie l'opinion que nous avons exprimée dans le paragraphe précédent .

= variations en rapport avec l'altitude :

Celles-ci , par contre , ont attiré l'attention de nombreux auteurs (24)(58) (6)

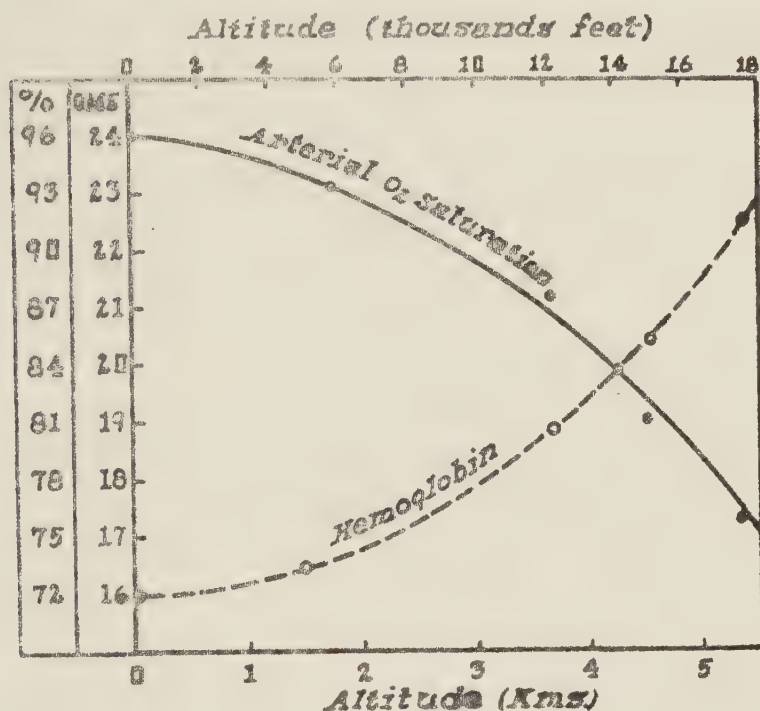
Rapellons que la pression atmosphérique diminue considérablement avec l'altitude ce qui entraîne une baisse proportionnelle de la teneur en oxygène du sang artériel . Pour compenser cette carence , l'organisme met en circulation un nombre d'erythrocytes bien supérieur à la normale .

C'est ainsi qu'on observe , chez les sujets vivant à plus de 4.000 m des taux de globules rouges de l'ordre de 6 à 7 millions . (6)

Une étude pratiquée sur des sujets vivant en permanence à 4250 pieds (58)(21) donne les taux suivants :

- <u>Moyenne Homme</u> :	GR :	5,8
	Hb :	17g/100ml
	Hte:	50
- <u>moyenne femme</u> :	GR :	5,2
	Hb :	15
	Hte:	45

Ce schéma illustre l'augmentation régulière du taux d'hémoglobine en fonction de la diminution de la pression barométrique .



En abscisse , l'altitude en Km ou en milliers de pieds .

En ordonnée , les variations du taux d'hémoglobine en grammes et en pourcentages .

D'après WINTROBE " Clinical hématology" citant en référence les travaux de HURTADO , MERINO et DELGADO sur les effets de l'anoxémie sur le taux de l'hémoglobine (37)

Nous noterons pour terminer , une notion récente sur laquelle nous reviendrons : La variation des constantes érythrocytaires et leucocytaires sous l'effet du tabac .

- Une étude effectuée aux Etats-Unis fait état d'une augmentation du volume globulaire moyen dans une population de fumeurs .(54)

- parallèlement , en Angleterre , lors d'un travail de recherche sur des leucocytoses observées chez certains sujets ne présentant aucune affection cliniquement décelable , le tabac a été mis en cause . (22)

En conclusion , les notions de variations et les sources d'erreurs évoquées précédemment ont pour but d'attirer l'attention sur la difficulté d'établir avec une précision rigoureuse des mesures qui se voudraient exactes . C'est pourtant ce que nous aurions voulu obtenir en pathologie professionnelle où, rapellons le , les normes réclamées pour l'embauche ou le maintien en poste sont fixées par décrets .

Car si ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude statistique générale des constantes erythrocytaires et leucocytaires d'une population adulte normale , il n'en reste pas moins que son principal but est d'en utiliser les résultats dans le domaine plus spécifique de la prévention des maladies sanguines d'origine professionnelle dont nous effectuerons un bref rappel au cours de cette dernière partie ; nous insisterons plus particulièrement sur l'aspect biologique de ces affections .

IV- PRINCIPAUX SYNDROMES DES HEMOPATHIES PROFESSIONNELLES

Nous avons retenu la classification du cours de Médecine du travail de DESOILLE (26,27) qui range les affections sanguines d'origine professionnelles en neuf grands syndromes . Ceux-ci sont rarement purs et , le plus souvent , plusieurs coexistent .

A/ LES ANEMIES :

1/- Anémie saturnine : (25)

Rares aujourd'hui sont les anémies graves , mais les formes légères avec erythropénie à 3.500.000 ou 4.000.000 , diminution du taux d'hémoglobine et signe de régénérescence globulaire sont fréquentes .

Nous rappellerons simplement que la prévention légale du saturnisme comporte les examens biologiques suivants :

- . dosage de l'urée sanguine et Hb .
 - . formule et numération sanguine
 - . recherche d'hématies à granulations basophiles . Celle-ci doit se faire sur lame de sang sans anticoagulant comme le recommande DESOILLE (43)
 - . dosage de l'acide delta-amino-lévulinique dans les urines . Signalons qu'actuellement , ce dosage et celui du porphobilinogène sont considérés , comme les examens les plus précoces dans le dépistage du pré-saturnisme.
- (35) (43)

Ils rendent donc l'intérêt des premiers un peu superflu ; ils ne sont cependant pas encore obligatoires et c'est regrettable..

2/- Anémie benzolique : (1) (53)

Elle est relativement fréquente, grave parfois mortelle .

a/- la grande anémie benzolique: (30)(32)

Elle est aplastique , traduisant une sidération de la moelle osseuse hématogène et s'accompagne la plupart du temps :

- d'une leucopénie intéressant surtout les polynucléaires neutrophiles dont le taux peut être inférieur à 30% , avec syndrome nécrotique gingivobuccal, fièvre et altération de l'état général .
- d'un syndrome hémorragique avec purpura, épistaxis, hémorragies digestives , métrorragies , traduisant le déficit en plaquettes .

L'anémie est importante , inférieure à 2 ou même 1 million, s'accompagnant de signes généraux : pâleur, dyspnée . La valeur globulaire est voisine de la normale , l'examen donne une impression de " sang dilué " .

l'examen biologique complémentaire montre en outre :

- un signe du lacet positif .
- un temps de saignement modérément prolongé .
- un temps de coagulation variable .

b/- le pré-benzolisme:

Actuellement le plus fréquent , grace à la surveillance hématologique des ouvriers.

Les signes cliniques sont discrets: fatigue anormale , signes digestifs , troubles des règles .

Les signes hématologiques présentent un intérêt majeur : Ils traduisent l'imprégnation benzolique. On retrouve à l'hémogramme :

- une anémie légère avec instabilité de la formule .
- une leucocytose transitoire .
- une éosinophilie fréquente.
- une discrète thrombopénie .

Autant de signes qui peuvent paraître banals aux yeux d'un praticien non averti mais attireront rapidement l'attention du spécialiste et du médecin du travail .

Seul un examen clinique complet et des hémogrammes répétés orienteront le diagnostic . L'examen de la moelle osseuse peut encore être normal à ce stade

Parallèlement à ces deux formes , il existe des formes atypiques :

c/ les formes retardées :

1- formes majeures :

Elles sont très polymorphes :

Il peut s'agir :

- d'une dissociation médullo- sanguine le myélogramme ne traduisant pas l'anémie grave.
- d'une erythroblastose aigüe ou chronique .
- d'une leucose ou d'une leucémie sous toutes les formes (aigües, chroniques , myéloïdes , lymphoïdes) et même sarcome (4)

Cette transformation est moins fréquente que dans le cas des risques par irradiation . Les travaux de DUHAMEL et GERVAIS (30) soulignent l'importance de la dose accumulée de toxique mais également l'existence de susceptibilités individuelles qui favorisent l'apparition de l'une ou l'autre forme d'intoxication et rendent le pronostic délicat .

2- formes chroniques accompagnées de manifestations diverses

- syndromes neuro-anémiques , gastrites
- atteintes hépatiques .
- manifestations cutané-muqueuses:
 - erythème , eczéma.
 - conjonctivite , blépharite.
- manifestations génitales.

3/-Anémie due à la manipulation des corps radio actifs:

Elle est rare mais toujours grave .

Elle est tardive , résultant d'une lésion radio nucléaire susceptible de demeurer latente de nombreuses années (BOHN 1920) venant à se manifester lorsque , par suite de l'évolution dans le temps, les circonstances anatomiques et physiologiques en permettent l'extériorisation . La radio lésion cellulaire peut toutefois voir ses effets atténués par un processus interne de restauration .

a/ - l'irradiation aigüe: Elle est considérée comme accident du travail . Elle est plus ou moins grave suivant les doses de rayonnements absorbées .

- la forme suraigue: entraînant la mort suit les irradiations massives (plus de 600 r) en une seule dose .

- la forme aigüe:

Irradiation massive atteignant 100% des sujets(entre 600 et 300 r)

Elle entraîne la mort par syndrome polyviscéral, par bactériémie à point de départ intestinal, par syndrome thrombopénique (FABRICIUS-MOLLER)

- . 95% de morts avant le 14ème jour pour 600 r .
- . 50% de morts avant le 30 ème jour pour 350 r.
- . 5% de morts , pour 250 r.

- la forme moyenne:

225 r marque le seuil de mortalité
150 r : 50% des sujets sont atteints
100 r : mal des rayons atténué ,
troubles sanguins .
50 r : lymphopénie transitoire
25 r : absence de conséquences
apparentes .

b/ les atteintes chroniques :

Ce sont elles que le médecin du travail doit concourir à éviter par une surveillance étroite des sujets exposés au risque . Elles se manifestent par :

- des lésions cutanées :

- . aigues:erythème , prurit, par insuffisance de protection
radionécroses : nécessitant des doses assez élevées en peu de temps .
- . chroniques :radiodermite des radiologistes avec ses trois stades :
 - atrophique.
 - ulcéreux .
 - cancéreux .

- des lésions sanguines :

Celles-ci nous intéressent particulièrement et nous nous y attarderons plus longuement .

• les formes légères :

prises en évidence par AUBERTIN en 1912 , (27) elles sont numériquement étudiées depuis 1952 par CHAMBERLAIN , TERNER et WILLIAMS
Ce sont des altérations de la formule et numération avec :

- anémie minime .
- leucopénie avec inversion de la formule par réduction relative des polynucléaires et augmentation des lymphocytes et monocytes .

Pour les trois auteurs pré-cités " une irradiation générale à la dose de 0,3r par semaine entraîne une dépression du taux des leucocytes appréciable , statistiquement sur l'ensemble de l'effectif humain . La dose de 0,1 r correspond à la dose de sécurité admissible du point de vue sanguin . "

• les formes graves :

Ce sont toutes les formes de leucoses .
Elles sont relativement fréquentes .

- la leucémie myéloïde est classique : elle débute par une pâleur, dyspnée spléno et hépatomégalies .

L'hémogramme montre alors :

- une polynucléose progressive pouvant atteindre 200.000 éléments .
- une myéloblastose
- une anémie avec hématies nucléées .

L'évolution est rapidement fatale.

Il faut insister sur le fait que l'apparition de la leucémie est parfois très tardive comme en témoigne le délai de prise en charge accordé par la législation en vigueur (47) en France actuellement reconduite en Algérie (39) .

C'est dire toute l'importance qu'il faut accorder , non seulement à la mise en oeuvre et l'application des moyens de protection mais également à la surveillance biologique et clinique des sujets exposés au risque .(20)

. autres formes :

D'autres altérations de la formule sanguine peuvent également être retrouvées :

- anémies graves aplastiques .
- agranulocytoses .
- anémo-leucies hémorragiques .

Nous citerons pour mémoire les atteintes d'autres appareils :

- . cancers pulmonaires .
- . lésions osseuses .
- . lésions oculaires .
- . lésions génétiques .

Comme dans le cas des atteintes dues aux benzols nous insistons sur la nécessité d'une sélection rigoureuse à l'embauche et sur une surveillance draconienne des sujets exposés .

4/ - Anémie parasitaire :

C'est l'ankylostomiase des mineurs. Elle est plastique , bien compensée au début .

La formule sanguine montre :

- une réticulose élevée .
- une éosinophilie importante .

Plus tard l'anémie devient évidente avec des taux variant entre 3.500.000 et 1.000.000 essentiellement hypochrome et microcytique .
La moelle osseuse reste active pendant longtemps.

Les signes cliniques (hémorragies digestives dues aux ankylostomes fixés sur la muqueuse duodénale) sont souvent peu visibles avant l'installation de l'anémie .

Le contexte de la nature du travail et l'examen parasitologique des selles confirmeront le diagnostic . (Note du Dr PY Arch. San.Pub. Algérie)

B/ LE SYNDROME HEMOLYTIQUE :

1/ Intoxication aigue due à l'hydrogène arsénié:

considéré comme accident du travail .

L'hémolyse va entraîner :

- une anémie qui peut être intense .
- une hémoglobinurie qui pourra provoquer une anurie fonctionnelle avec hyperazotémie .
- plus tardivement un ictère hémolytique .

2/-Intoxication au dinitrobenzène :

Ici , l'anémie hémolytique avec ictère , hémoglobinurie et complications rénales , s'accompagne d'un syndrome de cyanose par formation de méthémoglobine (40)

C/ - LES ALTERATIONS DE L' HEMOGLOBINE :

Certaines intoxications professionnelles entraînent des modifications de l'hémoglobine :

- formation de porphyrines au cours du saturnisme .
- formation de carboxyhémoglobine au cours de l'intoxication par l'oxyde de carbone .
- contact avec les poisons méthémoglobinisants : parmi les composés utilisés dans les différentes professions : (53)
 - . les nitrobenzène et dérivés .
 - . les nitrotoluène et dérivés .
 - . l'aniline (amino-benzène) et ses dérivés .

D/ LES POLYGLOBULIES : (33) (15)

Outre la polyglobulie d'altitude contestée par certains auteurs (49) on retrouve une erythrocytose :

- transitoirement au cours de l'intoxication benzolique . (15)

- au cours de l'intoxication man-
ganique dont c'est un des signes
les plus caractéristiques (15)
- au cours de l'intoxication par le
trichlorethylène (signalée par
PATOIR , MARCHAND et collaborateurs)

E/- LES ERYTHROBLASTOSES :

Elles sont caractérisées par une hypertrophie splénique ou hépatosplénique avec présence dans le sang d'erythroblastes .

Signalons les observations de GAVALOTTI et de DE GALL concernant une erythroblastose benzolique aigüe .

L'erythroblastose chronique semble exister . Elle rentre dans la catégories des états leucémoïdes du 4ème tableau portant réparation des maladies professionnelles . L'affection est quasi latente , compatible avec une longue survie .

F/- LES LEUCOPENIES ET AGRANULOCYTOSES : (4)(30)

Dans le cas du benzol : nous avons déjà vu la leucopénie , associée ou non à une anémie et une thrombopénie . La plupart du temps , elle porte les polynucléaires neutrophiles , et , dans le 4ème tableau , seules sont indemnisées " les leucopénies avec neutropénies " . Cependant , dans les cas où la neutropénie n'est pas manifeste , lorsque la leucopénie existe , la neutropénie existe aussi sinon ~~absolue~~ du moins relative .

Dans le cas des substances radio-actives , on peut découvrir :

- des leucopénies légères associées à des éosinophilies chez les radiologistes .
- des leucopénies intenses , associées alors à une agranulocytose , anémie et thrombopénie .

G/-LES HYPERLEUCOCYTOSES :

Présente dans l'intoxication benzolique au stade de l'imprégnation , elle pose cependant un problème de diagnostic différentiel car il faut d'abord lui rechercher une cause infectieuse avant d'attribuer sa pathogénie au toxique . Si elle persiste , elle traduit une irritation de la moëlle osseuse et doit être prise au sérieux . Pour BOUSSER , ALBAHARY et TARA , " tout chiffre de globules blancs au dessus de 10.000 / mm³ , pour peu qu'il soit constaté à deux ou trois reprises à intervalles courts et qu'il ne puisse être mis sur le compte d'une infection intercurrente doit commander l'éviction du sujet de l'atmosphère toxique . Cette prescription est encore plus impérative s'il existe une augmentation des polynucléaires basophiles ou des myélocytes dans le sang périphérique , même en petite quantité . "

En effet cette hyperleucocytose peut évoluer vers la leucémie myéloïde .

Une lymphocytose absolue a également été signalée .

Les dérivés nitrés des hydrocarbures benzéniques ont pu provoquer des hyperleucocytoses . (observation de DANOPOULOS et MENISSILOS chez des sujets ayant présenté une intoxication aigüe par le dinitrobenzène et le trinitrotoluène . Le tableau clinique était d'ailleurs dominé par l'anémie hémolytique avec cyanose .

Dans le cas des substances radioactives il a été signalé des cas d'hyperleucocytose durable sans évolution ultérieure maligne (observations de AUBERTIN , AUBOURG et LAVEDAN)

H/- LES LEUCEMIES :

Ce sont les plus graves des hémopathies professionnelles . Nous en avons déjà parlé lors des anémies ; deux grandes causes :

- l'exposition aux rayonnements ionisants
- les benzols .

1/- l'exposition aux rayonnements ionisants:

La plus classiquement décrite est la leucémie myéloïde :

Elle débute par une asthénie croissante, pâleur , dyspnée , splénohépatomégalie .

Les examens sanguins montrent :

- une leucocytose progressive pouvant dépasser 200.000 .
- une myéloblastose .
- une anémie avec hématies nucléées .

Nous l'avons déjà vu , le malade meurt rapidement dans un tableau hémorragique .

On a également décrit : des leucémies aiguës, des leucémies lymphoïdes (travaux de JAGIE et Collaborateurs)

2/- Les benzols :

Les leucémies benzoliques sont relativement rares .On peut observer toutes les formes :

- leucémie aiguë: (Observations de DELORE , CHEVALLIER et collaborateurs)
- leucémie myéloïde : (observations de SABRAZES et collaborateurs)
- leucémie lymphoïde : (observations de FALCORNIER et collaborateurs)
- lymphosarcomes ganglionnaires :
(observations de BOUSSER et collaborateurs)

Dans tous les cas existent des symptômes cliniques et hématologiques .

Citons également les cas où , seul le myélogramme traduit une image anormale de la lignée blanche :

leucose : leucopénique si les leucocytes sont diminués

aleucémiques s'ils sont normaux

I/ - LES SYNDROMES HÉMORRAGIQUES :

Il s'agit généralement d'un purpura hémorragiques avec infiltrations hémorragiques du derme sous forme de pétéchies ou d'hématomes:

- hématomes du tissu cellulaire
- hémorragies des muqueuses , épistaxis gingivorragies , métrorragies .
- hémorragies viscérales (plus rares)

Ces troubles peuvent être isolés ou coexister . Les principales étiologies de ces hémorragies sont :

- l'intoxication benzolique : de part la thrombopénie qui l'accompagne . Elle est alors accompagnée d'une atteinte des deux autres lignées .
- l'exposition aux rayons X et rayonnements ionisants:où l'on retrouve les signes hémorragiques à la période terminale .

En conclusion , il y a peu de postes de travail exposant à des risques sanguins , mais , particulièrement dans deux cas , ce risque est très grand: Les ouvriers exposés au benzolisme et à la radio activité .Il convient donc de bien connaître les symptômes précoces lorsqu'ils existent , les examens à demander et d'avoir toujours à l'esprit , devant toute altération de la formule sanguine , la possibilité d'une atteinte professionnelle .

Après avoir cerné les limites du problème , nous passerons aux résultats et définirons , dans le chapitre suivant nos méthodes de travail .

DEUXIEME PARTIE

PROTOCOLE DE NOTRE ENQUETE

Nous verrons au cours de cette deuxième partie comment a été menée cette enquête . Nous exposerons successivement quels ont été :

- Les sujets examinés .
- les techniques utilisées .

I- LES SUJETS EXAMINÉS

1- CIRCONSTANCES :

Tous les sujets examinés sont des travailleurs algériens nés sur le territoire national et y vivant .

Ce sont tous des agents de la plus importante Société pétrolière algérienne :

- travailleurs manuels
- agents de maîtrise
- cadres
- employés de bureaux.

Ils sont tous en age légal de travailler .

Nous les avons tous examinés à l'occasion de la visite d'embauchage effectuée dans le service autonome de Médecine du travail de la société et les avons tous déclarés aptes .

L'enquête s'étant déroulée sur un an , ils ont été choisis parmi les travailleurs présentés à la visite d'embauche durant cette période .

Lors des examens , entre 9 et 11 heures , tous les sujets étaient à jeun .

2 - REPARTITION :

Cette étude intéresse 500 cas
se répartissant ainsi :

a/ sexe:

- 50 femmes .
- 450 hommes .

b/ age :

TABLEAU RECAPITULATIF

age	hommes	femmes
18 - 19 ans	27	8
20 - 24 ans	145	28
25 - 29 ans	70	7
30 - 39 ans	128	5
40 - 49 ans	58	2
50 ans et plus	22	0
Total	450	50

3/ Origine géographique : (50)

POPULATION Total Algérie:12.096.347
Total Active : 2.793.683

WILAYAS	Nombre de sujets	%	Population totale active	%
ALGER	154	30,8	395.194	14,1
ANNABA	24	4,8	209.643	7,5
AURES	12	2,4	168.095	6,0
CONSTANT.	37	7,4	331.910	11,8
EL ESNAM	22	4,4	185.703	6,6
MEDEA	34	6,8	208.563	7,5
MOSTAG.	10	2	178.892	6,4
OASIS	27	5,4	126.812	4,5
ORAN	12	2,4	230.214	8,2
SAIDA	7	1,4	56.827	2,0
SAOURA	3	0,6	52.476	1,9
SETIF	58	11,6	274.646	9,9
TIARET	6	1,2	89.603	3,2
TIZI OUZOU	84	16,8	183.439	6,6
TLEMCEEN	10	2	106.666	3,8

II- LES TECHNIQUES UTILISEES :

1/ Les prélèvements :

Tous les prélèvements sanguins ont été effectués sur les lieux de la visite le même jour , par la même infirmière.

Le sang a été prélevé par ponction veineuse , à la seringue , sur des sujets à jeun au repos .

Ces prélèvements ont été effectués entre 9 et 10 heures . Le sang , recueilli dans une seringue stérile , a été immédiatement versé dans des flacons de 10 cc contenant 0,5 cc de solution anticoagulante de WINTROBE , dessechée à l'étuve. La quantité prélevée était environ de 4 cc .

Un étalement à la plume , destiné à l'établissement de la formule leucocytaire , a été en même temps effectué sur deux lames par Prélèvement .

2/ Les paramètres étudiés :

Les échantillons de sang recueillis ont été examinés dans la même matinée au laboratoire de la Clinique Hématologique du Centre hospitalier et universitaire d'Alger .

On a pratiqué les examens suivants :

- Numération erythrocytaire .
- Numération leucocytaire .
- Dosage de l'hémoglobine .
- Mesure de l'hématocrite .
- Equilibre leucocytaire .

On a déterminé , à partir des résultats obtenus les valeurs suivantes :

- Volume globulaire moyen .
- Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine .
- Teneur globulaire moyenne en hémoglobine .

3/ Les techniques utilisées :

= numération globulaire rouge :

Déterminée après dilution dans une pipette de Potain avec du liquide de Marcano .

La dilution était au 1/200 .

Après agitation , 5 minutes sur agitateur électrique , lecture sur une cellule de Malassez . (quelques échantillons ont été étudiés sur compteur électronique Coulter

= numération blanche :

Déterminée après dilution dans une pipette de Potain avec du liquide de Lazarus .

La dilution était au 1/20 .

Lecture suivant la même technique .

= Dosage de l'hémoglobine :

Il a été effectué suivant deux techniques :

- la plus grande partie des échantillons a été examinée à l'aide d'un appareil Vitatron (Ames) à lecture directe suivant la méthode à la cyan-méthémoglobine . Le résultat était exprimé directement en g/100 ml de sang .
- Par suite d'une défaillance de cet appareil , une petite partie des échantillons a été étudiée à l'aide d'un appareil Uniméter
Le résultat obtenu en pourcentage a été rapporté en g/100 ml de sang .
Des essais préliminaires avaient montré que les résultats donnés par les deux appareils étaient les mêmes .

Les deux appareils ont été étalonnés avec une solution standard d'hémoglobine à 15g pour 100 ml de sang . (Hémostrol)

= Détermination de l'hématocrite

Le sang a été prélevé dans les flacons et recueilli sur tubes capillaires héparinés .

Centrifugation sur microcentrifugeuses Adams-Autocrit durant 4 minutes à 12.000 tours par minute .

= détermination de l'équilibre leucocytaire:

Les frottis sanguins ont été colorés sur un appareil . Deux techniques ont été utilisées :

- coloration sur appareil Chromomatic (Paris-Labo) à l'aide d'une solution de May-Grünwald et Giemsa .
- coloration sur appareil Hema-Tek (Laboratoire Ames) à l'aide du colorant livré avec l'appareil .

Nous avons examiné les étalements colorés au Laboratoire de Cytologie du Centre Pierre et Marie Curie .

La lecture a été faite sur 100 éléments.

Les calculs obtenus à partir des paramètres de base ont été effectués à la Clinique Hématologique du Centre hospitalier et universitaire d'Alger sur une calculatrice de bureau (Programma 101 Olivetti)

* * * * *

TROISIEME PARTIE

NOS RESULTATS

Nous exposerons dans cette
partie nos résultats :

. résultats globaux .

- graphiques des variations
des différents paramètres
- tableaux récapitulatifs
des moyennes .

. résultats analytiques :

- analyse par age .
par sexe.
par origine géogra-
phique .

Nous avons recueilli 500 échantillons sanguins dont l'examen nous a permis d'établir un certain nombre de valeurs . Par souci de clarté et afin d'éviter des énumérations fastidieuses , il nous a paru plus simple de traduire les résultats en graphiques ou en tableaux.

C'est ainsi que nous exposerons :

- en graphiques , les résultats globaux
- en tableaux , l'analyse des résultats .

I- RESULTATS GLOBAUX

Les graphiques suivants exposent les variations sur 500 cas :

- . des numérations erythrocytaires .
- . des numérations leucocytaires .
- . du dosage de l'hémoglobine .
- . des mesures de l'hématocrite .

Pour les équilibres leucocytaires ,
les graphiques représentent les variations en
valeur absolue :

- . des polynucléaires neutrophiles .
- . des polynucléaires éosinophiles .
- . des polynucléaires basophiles .
- . des lymphocytes .
- . des monocytes .

Rapellons que la valeur absolue
est le rapport entre le pourcentage d'éléments
blancs trouvé lors du décompte sur frottis et
la valeur de la numération blanche .

Enfin , la représentation graphique
des valeurs calculées suivantes concerne :

- . le volume globulaire moyen .
- . la concentration corpusculaire moyenne
en hémoglobine .
- . la teneur globulaire moyenne en hémoglobine .

Nous indiquerons ensuite , dans
un tableau récapitulatif, pour chaque paramètre
et valeur calculée :

- . la moyenne globale .
- . l'écart-type .

GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE LA NUMERATION ROUGE

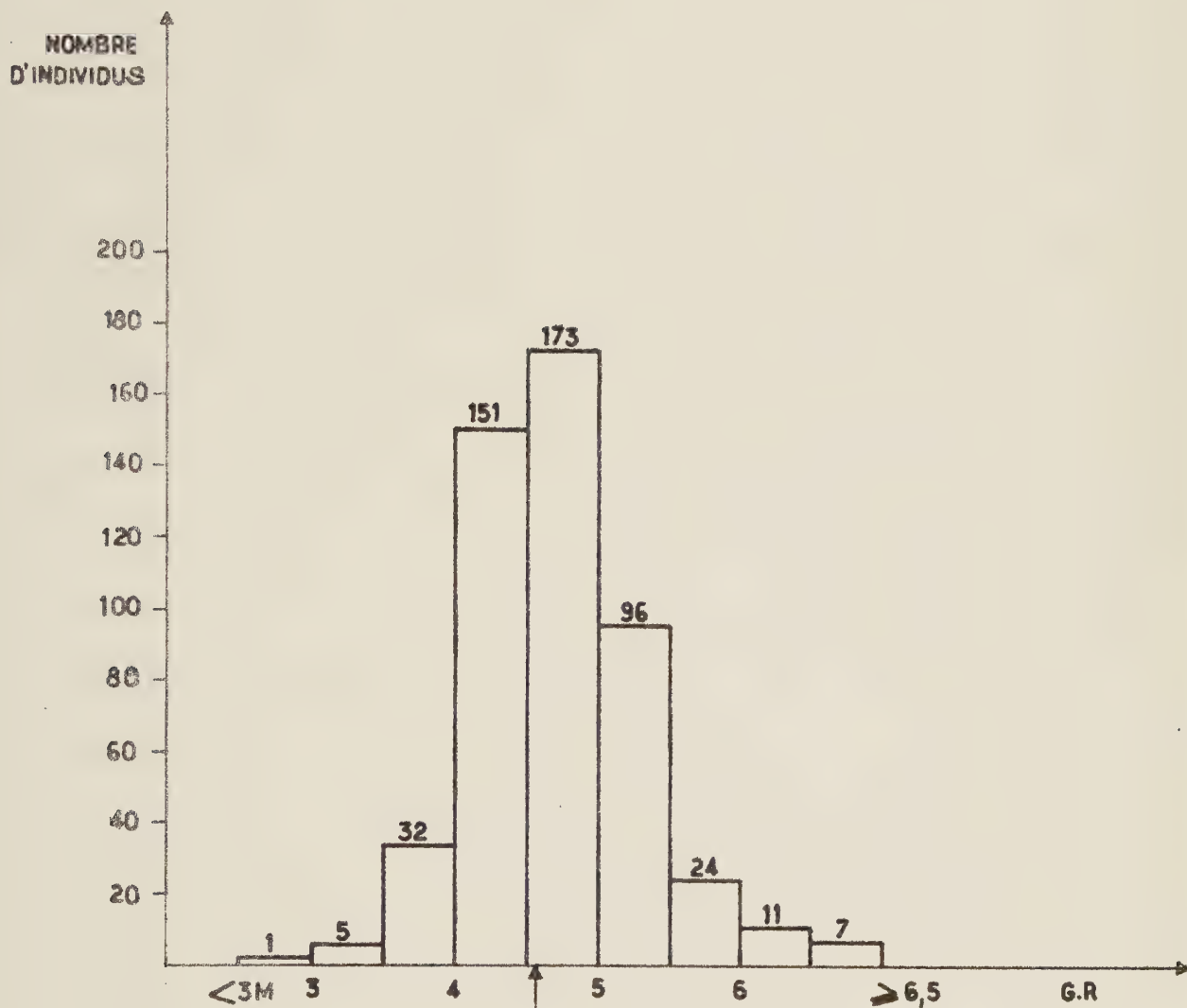
Chaque colonne représente 500.000 globules rouges .

1 - valeurs inférieures à 3 millions	1
2 - valeurs supérieures ou égale à 3 millions.....	5
3 - valeurs supérieures ou égales à 3,5 millions..	32
4 - valeurs supérieures ou égales à 4 millions..	151
5 - valeurs supérieures ou égales à 4,5 millions..	173
6 - valeurs supérieures ou égales à 5 millions..	96
7 - valeurs supérieures ou égales à 5,5 millions..	24
8 - valeurs supérieures ou égales à 6 millions..	11
9 - valeurs supérieures ou égales à 6,5 millions..	7

Les chiffres indiqués concernent les valeurs de la numération rouge .

Les résultats sont exprimés en millions de globules par millimètre-cube de sang .

VARIATION DE LA NUMERATION ROUGE .



MOYENNE : 4,64

1cm — 20 INDIVIDUS

1 — 500.000 G.R

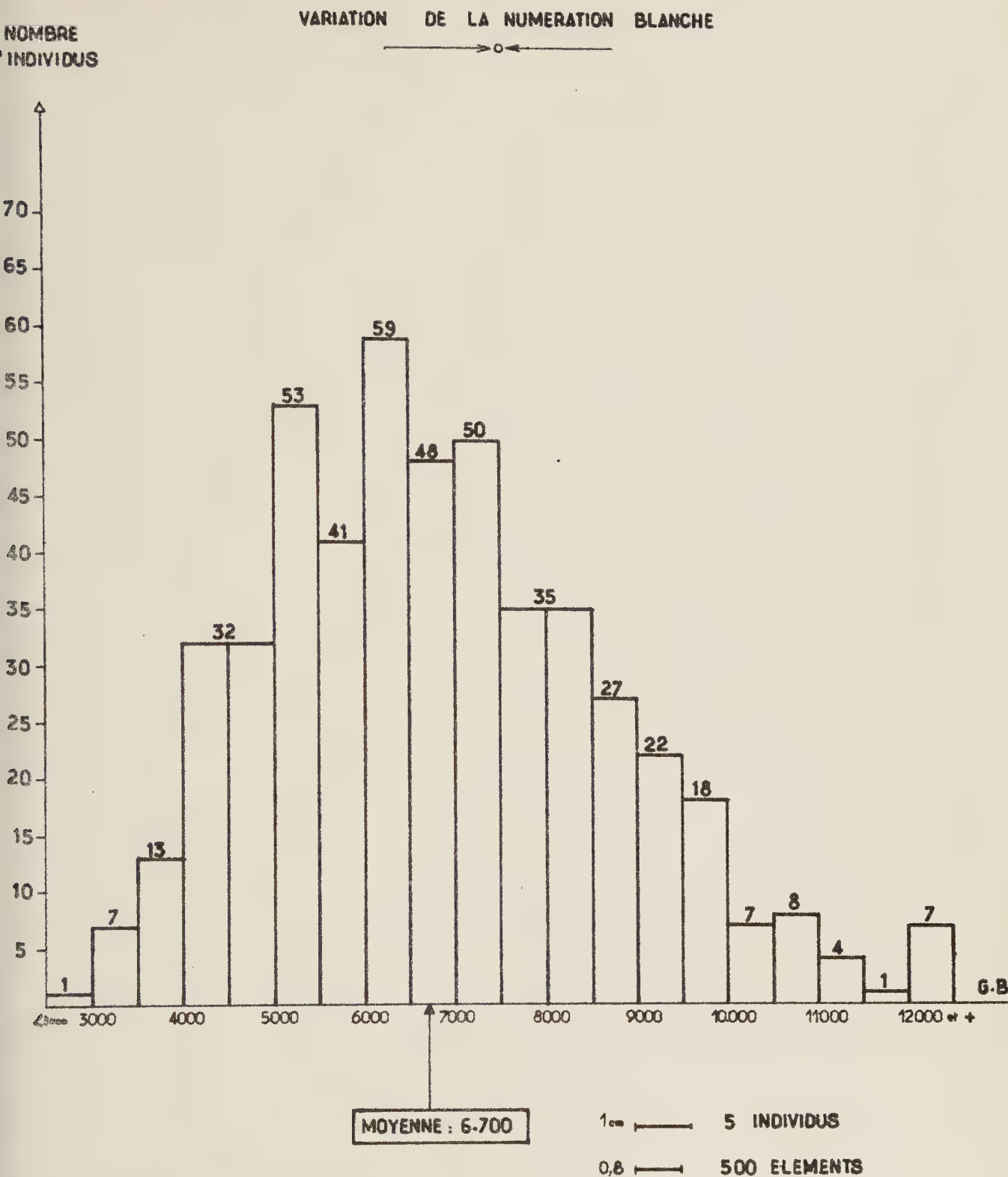
GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE LA NUMERATION BLANCHE

Chaque colonne représente 500 éléments .

1 - valeurs inférieures à 3000 éléments	1
2 - valeurs comprises entre 3000 et 3499.....	7
3 - valeurs comprises entre 3500 et 3999.....	13
4 - valeurs comprises entre 4000 et 4499.....	32
5 - valeurs comprises entre 4500 et 4999.....	32
6 - valeurs comprises entre 5000 et 5499.....	53
7 - valeurs comprises entre 5500 et 5999.....	41
8 - valeurs comprises entre 6000 et 6499.....	59
9 - valeurs comprises entre 6500 et 6999.....	48
10 - valeurs comprises entre 7000 et 7499.....	50
11 - valeurs comprises entre 7500 et 7999.....	35
12 - valeurs comprises entre 8000 et 8499.....	35
13 - valeurs comprises entre 8500 et 8999.....	27
14 - valeurs comprises entre 9000 et 9499.....	22
15 - valeurs comprises entre 9500 et 9999.....	18
16 - valeurs comprises entre 10000 et 10499.....	7
17 - valeurs comprises entre 10500 et 10999.....	8
18 - valeurs comprises entre 11000 et 11499.....	4
19 - valeurs comprises entre 11500 et 11999.....	1
20 - valeurs égales ou supérieures à 12000	7

Les chiffres indiqués concernent les valeurs de la numération leucocytaire .

Les résultats sont exprimés en milliers d'éléments par millimètre-cube de sang .



GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE L'HEMOGLOBINE

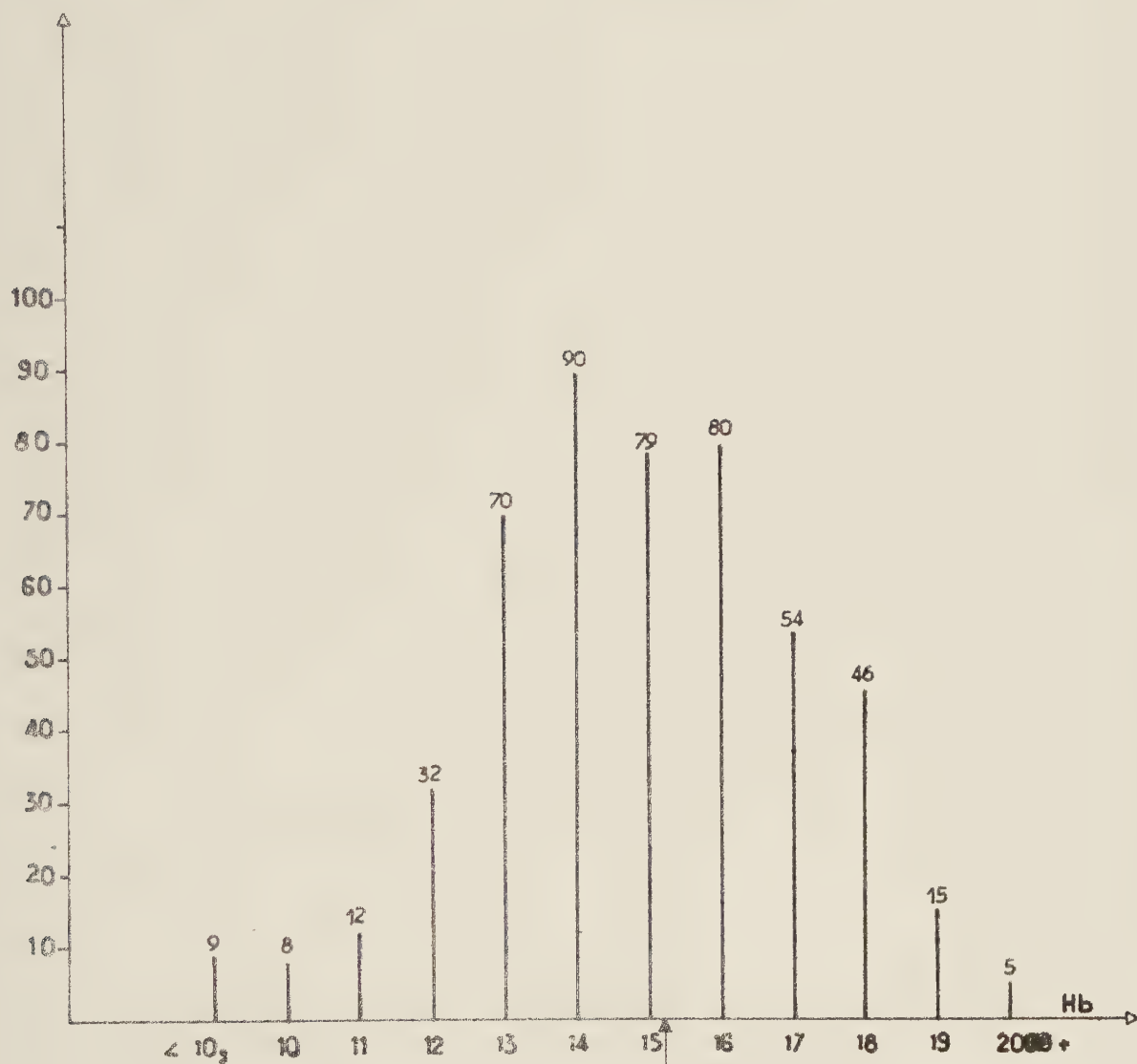
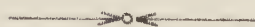
Chaque colonne représente une variation de 1 gramme
du dosage de l'hémoglobine.

1-	valeur inférieure à 10 g pour 100 ml.....	9
2-	valeurs comprises entre 10 et 10,9 g.....	8
3-	valeurs comprises entre 11 et 11,9 g.....	12
4-	valeurs comprises entre 12 et 12,9 g.....	32
5-	valeurs comprises entre 13 et 13,9 g.....	70
6-	valeurs comprises entre 14 et 14,9 g.....	90
7-	valeurs comprises entre 15 et 15,9 g.....	79
8-	valeurs comprises entre 16 et 16,9 g.....	80
9-	valeurs comprises entre 17 et 17,9 g.....	54
10-	valeurs comprises entre 18 et 18,9 g.....	46
11-	valeurs comprises entre 19 et 19,9 g.....	15
12-	valeurs supérieures ou égales à 20 g.....	5

Les résultats sont exprimés en grammes pour 100 ml de
sang .

NOMBRE
D'INDIVIDUS

VARIATION DE L'HEMOGLOBINE



MOYENNE 15,2

10 INDIVIDUS

1g Hb

GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE L'HEMATOCRITE

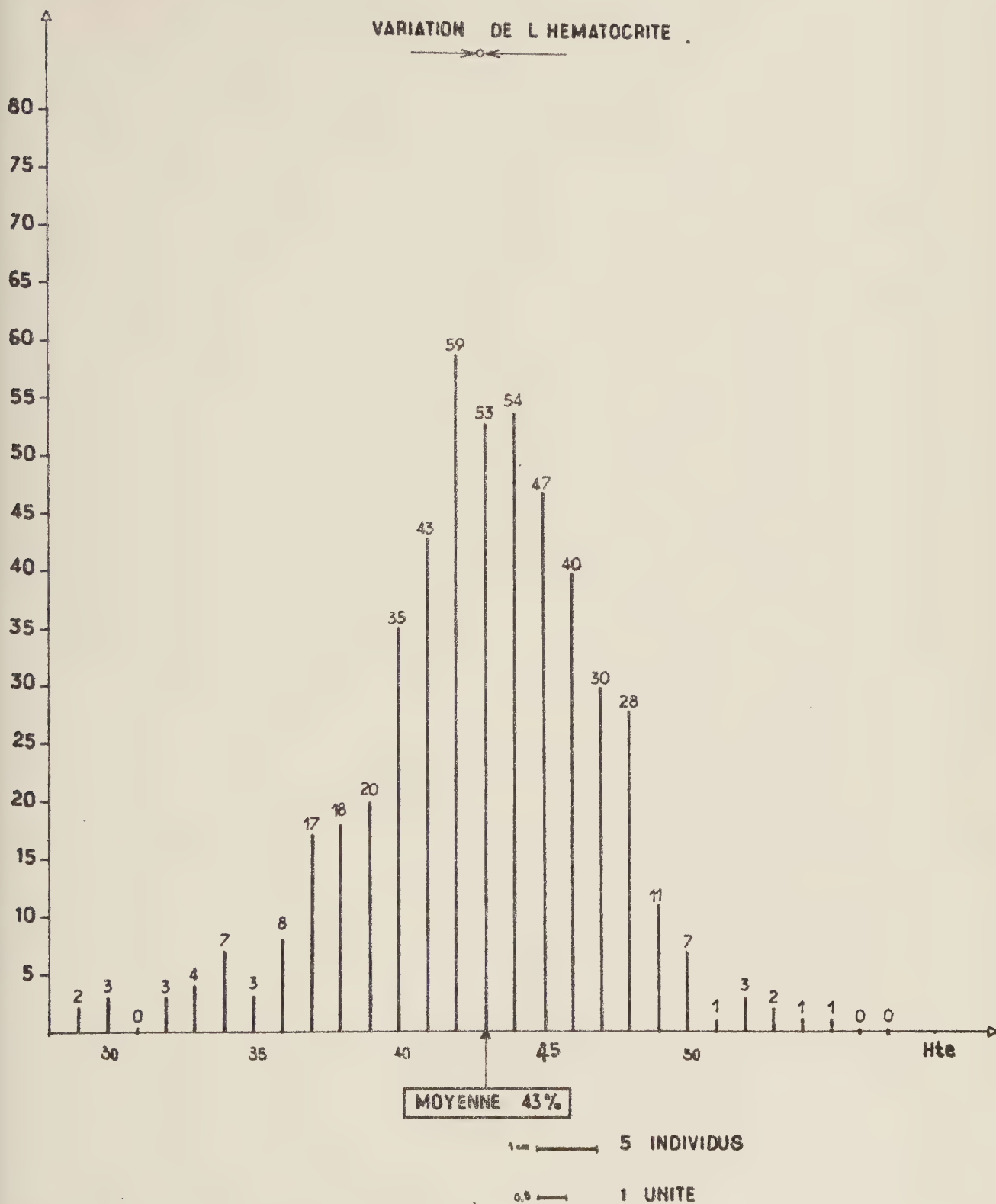
Chaque colonne représente une variation de 1% de la valeur de l'hématocrite .

1- valeur inférieure à 30 % ...	2	15- valeur égale à 43% ...	53
2- valeur égale à 30 %.....	3	16- valeur égale à 44% ...	54
3- valeur égale à 31 %.....	0	17- valeur égale à 45% ...	47
4- valeur égale à 32 %.....	3	18- valeur égale à 46% ...	40
5- valeur égale à 33 %	4	19- valeur égale à 47% ...	30
6- valeur égale à 34 %	7	20- valeur égale à 48% ...	28
7- valeur égale à 35 %	3	21- valeur égale à 49% ...	11
8- valeur égale à 36 %	8	22- valeur égale à 50% ...	7
9- valeur égale à 37 %	17	23- valeur égale à 51% ...	1
10- valeur égale à 38 %	18	24- valeur égale à 52% ...	3
11- valeur égale à 39 %	20	25- valeur égale à 53% ...	2
12- valeur égale à 40 %	35	26- valeur égale à 54% ...	1
13- valeur égale à 41 %	43	27- valeur égale à 55% ...	1
14- valeur égale à 42 %	59	28- valeur supérieure à 55% 0	

Les deux colonnes limites représentent des valeurs considérées comme pathologiques .

Les résultats sont exprimés en pourcentage .

VARIATION DE L'HEMATOCRITE



GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DU VOLUME GLOBULAIRE MOYEN

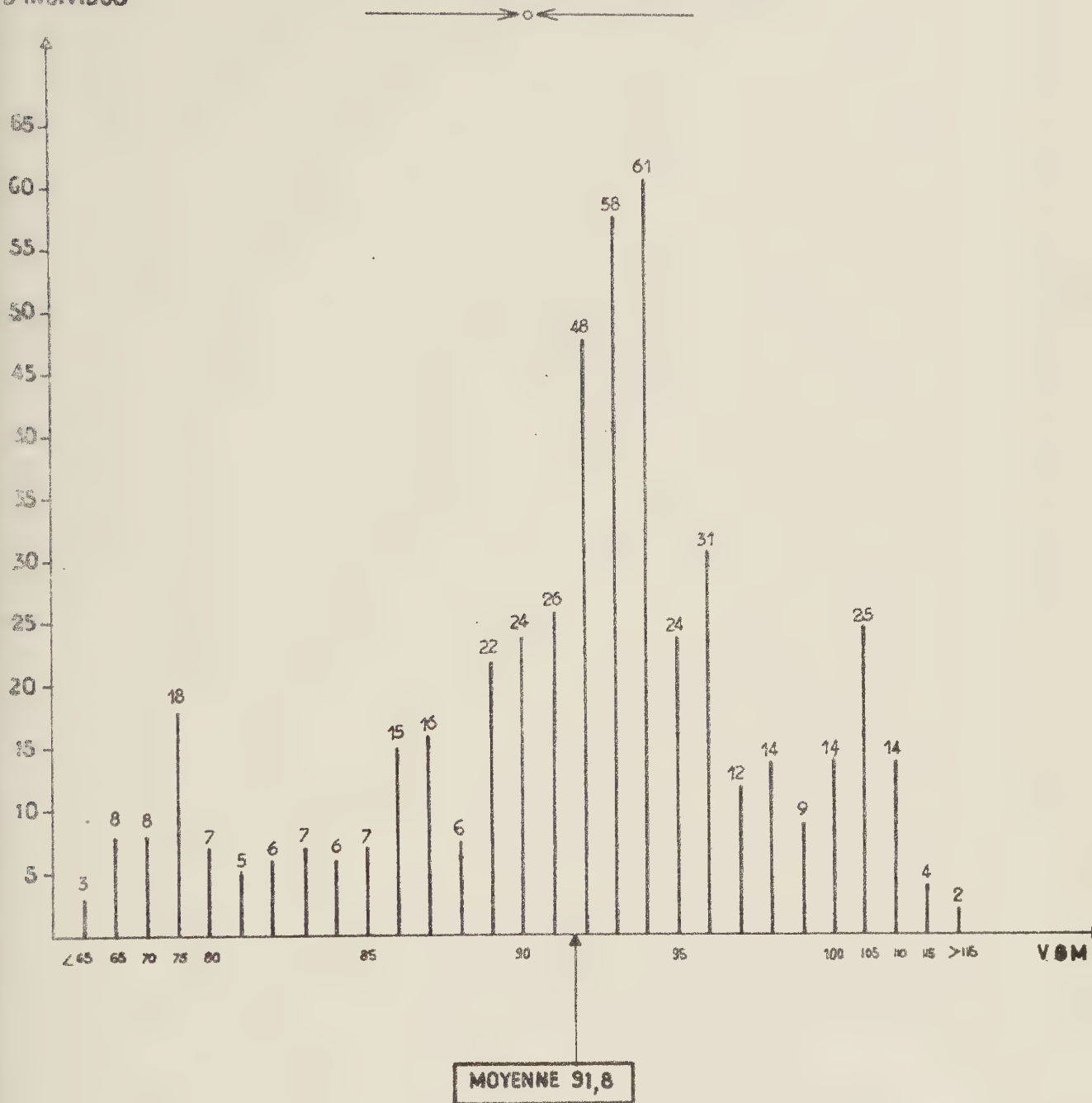
Chaque colonne représente une unité de valeur du volume globulaire moyen .

1- valeurs inférieures à 65 ...	3	16- valeurs égales à 91...	26
2- valeurs entre 65 et 69.....	8	17- valeurs égales à 92...	48
3- valeurs entre 70 et 74.....	8	18- valeurs égales à 93...	58
4- valeurs entre 75 et 79.....	18	19- valeurs égales à 94...	61
5- valeurs égales à 80	7	20- valeurs égales à 95...	24
6- valeurs égales à 81	5	21- valeurs égales à 96...	31
7- valeurs égales à 82	6	22- valeurs égales à 97...	12
8- valeurs égales à 83	7	23- valeurs égales à 98...	14
9- valeurs égales à 84	6	24- valeurs égales à 99...	9
10- valeurs égales à 85	7	25- valeurs égales à 100..	14
11- valeurs égales à 86	15	26- valeurs entre 101 et 105.	
12- valeurs égales à 87.....	16	27- valeurs entre 106 et 110.	
13- valeurs égales à 88.....	6	28- valeurs entre 111 et 115.	
14- valeurs égales à 89.....	22	29- valeurs supérieures à 115	
15- valeurs égales à 90.....	24		

Les résultats sont exprimés en microns-cubes .

NOMBRE
D'INDIVIDUS

VARIATION DU VOLUME GLOBULAIRE MOYEN



— 5 INDIVIDUS

— 1 MICRON CUBE

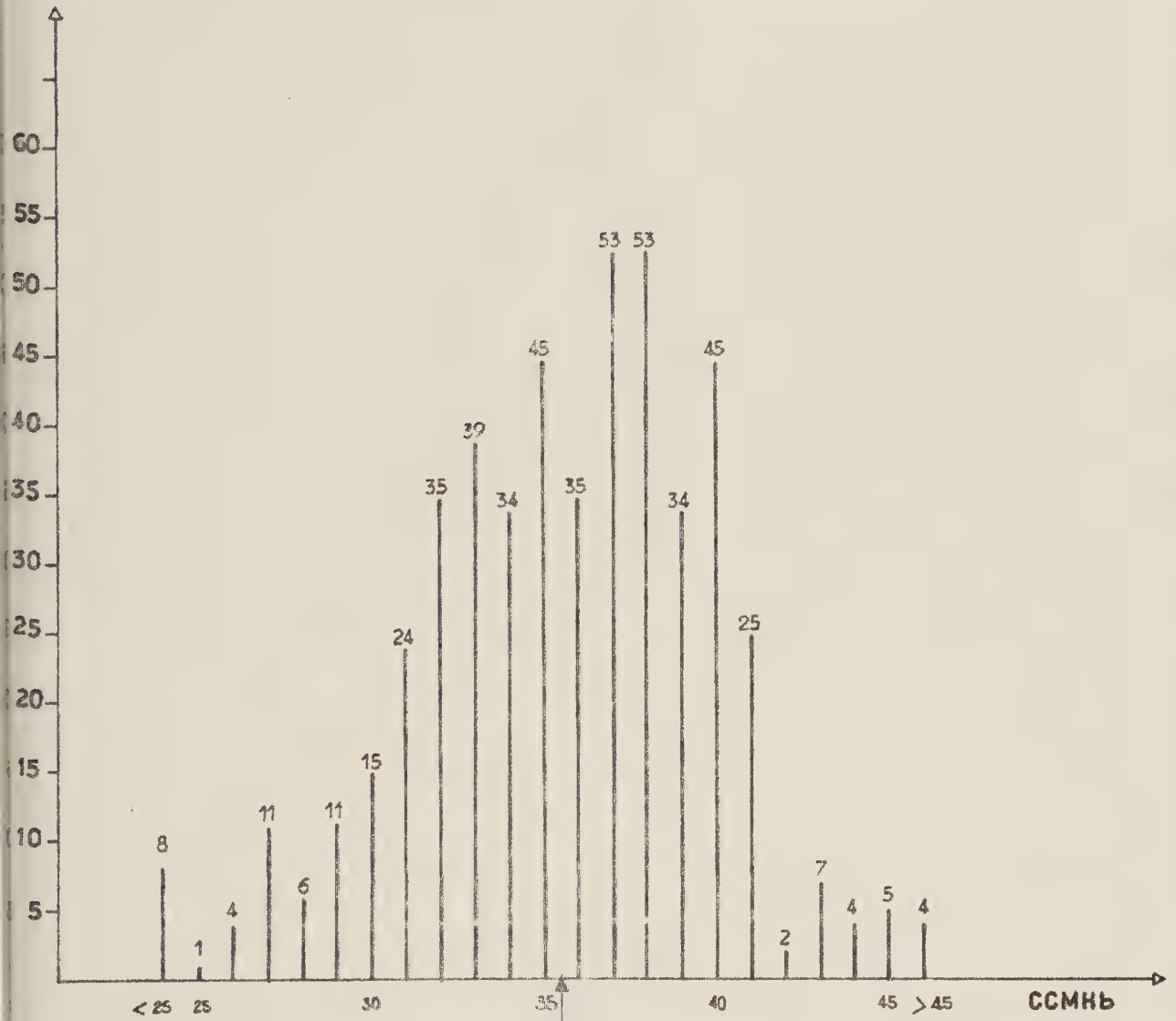
GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE LA CONCENTRATION
CORPUSCULAIRE MOYENNE EN HB

Chaque colonne représente une variation d'1 % .

1-	valeurs inférieures à 25 %.....	8
2-	valeurs égales à 25%.....	1
3-	valeurs égales à 26%.....	4
4-	valeurs égales à 27%.....	11
5-	valeurs égales à 28%.....	6
6-	valeurs égales à 29%.....	11
7-	valeurs égales à 30%.....	15
8-	valeurs égales à 31%.....	24
9-	valeurs égales à 32%.....	35
10-	valeurs égales à 33%.....	39
11-	valeurs égales à 34%.....	34
12-	valeurs égales à 35%.....	45
13-	valeurs égales à 36%.....	35
14-	valeurs égales à 37%.....	53
15-	valeurs égales à 38%.....	53
16-	valeurs égales à 39%.....	34
	valeurs supérieures à 39%.....	92.

VARIATION DE LA CONCENTRATION CORPUSCULAIRE HEMOGLOBINE

→ 0 ←



MOYENNE 35,5%

1 cm — 5 INDIVIDUS

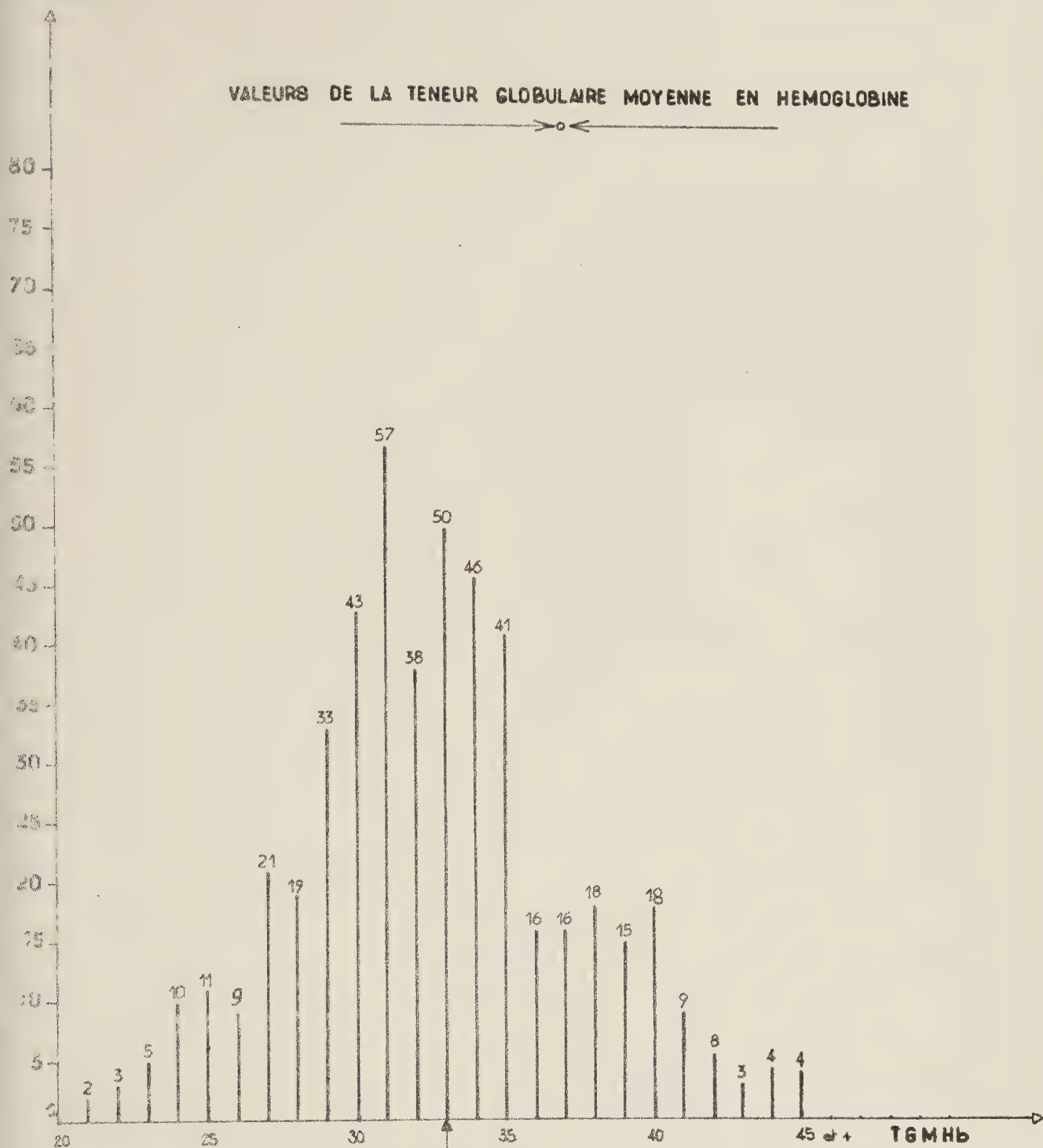
0,5 — 1%

GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DE LA TENEUR GLOBULAIRE
MOYENNE EN HB.

Chaque colonne représentera une variation d'un pico-gramme .

1- valeurs égales à 20 p 1	14- valeurs égales à 33 p....50
2- valeurs égales à 21 p 2	15- valeurs égales à 34 p....46
3- valeurs égales à 22 p 3	16- valeurs égales à 35 p....41
4- valeurs égales à 23 p 5	17- valeurs égales à 36 p....16
5- valeurs égales à 24 p10	18- valeurs égales à 37 p....16
6- valeurs égales à 25 p11	19- valeurs égales à 38 p....18
7- valeurs égales à 26 p 9	20- valeurs égales à 39 p....15
8- valeurs égales à 27 p21	21- valeurs égales à 40 p....18
9- valeurs égales à 28 p19	22- valeurs égales à 41 p.... 9
10- valeurs égales à 29 p33	23- valeurs égales à 42 p.... 8
11- valeurs égales à 30 p43	24- valeurs égales à 43 p.... 3
12- valeurs égales à 31 p57	25- valeurs égales à 44 p.... 4
13- valeurs égales à 32 p38	26- valeurs égales à 45 et +. 4

VALEURS DE LA TENEUR GLOBULAIRE MOYENNE EN HEMOGLOBINE



MOYENNE 33 PIC

1 cm — 5 INDIVIDUS

0.5 — 1 PICOGRAMME

GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DES POLYNUCLEAIRES NEUTROPHILES
(VALEUR ABSOLUE)

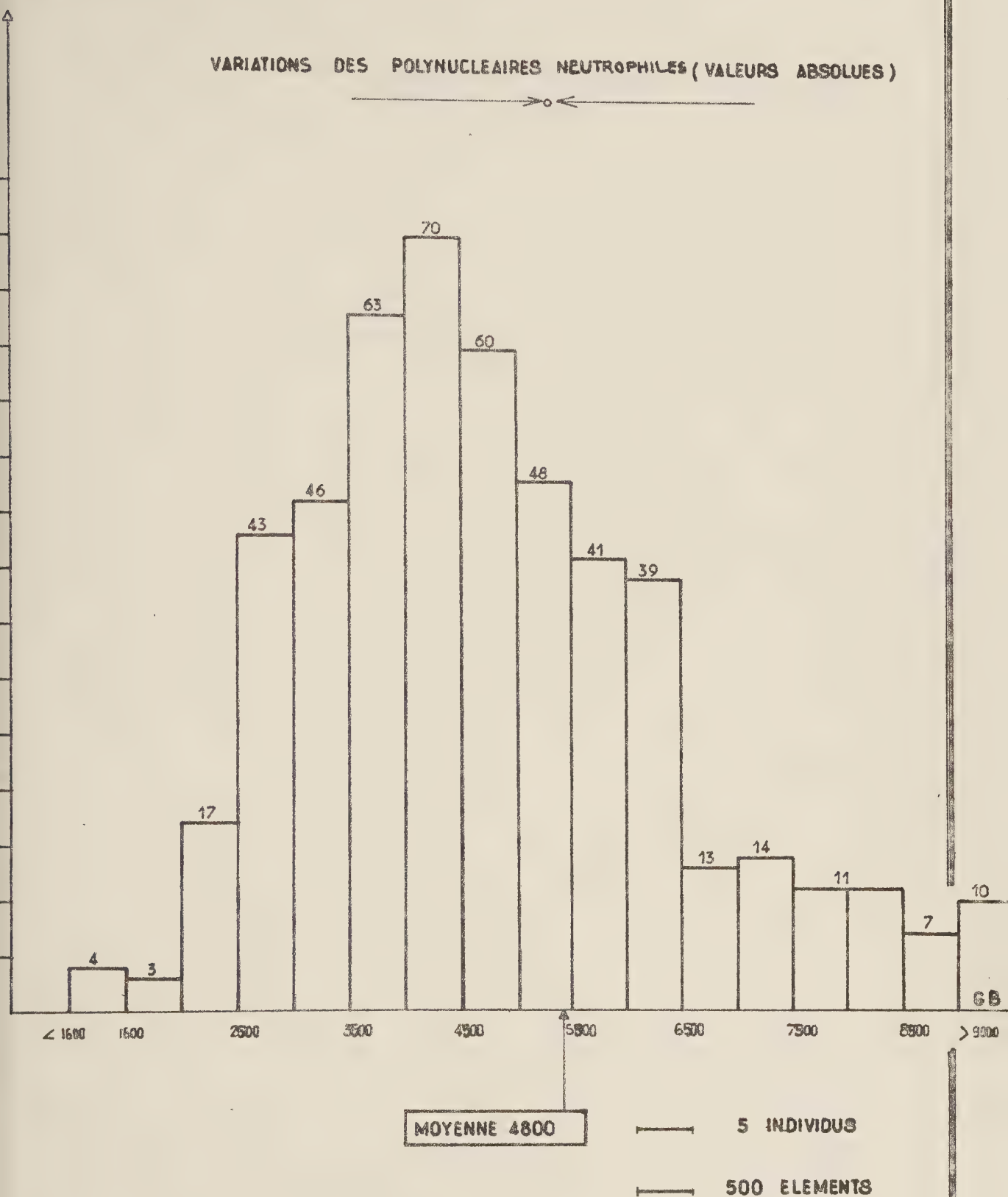
Chaque colonne représente 500 éléments , exceptées les deux premières colonnes .

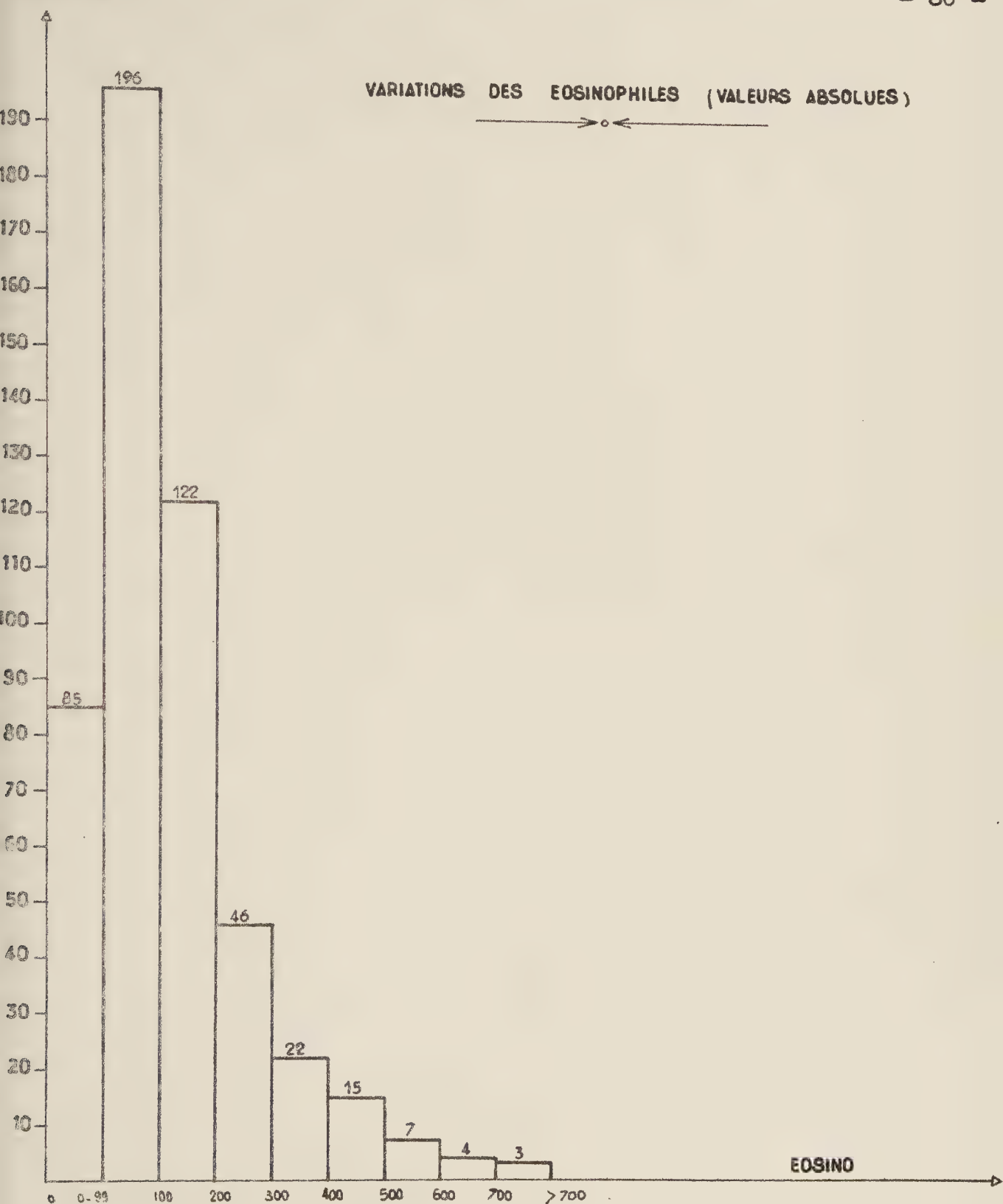
-la première représente les valeurs inférieures à 1600 éléments 4 .

- la seconde , les valeurs comprises entre 1600 et 1999 éléments 3

3- valeurs comprises entre 2000 et 2499.....	17
4- valeurs comprises entre 2500 et 2999.....	43
5- valeurs comprises entre 3000 et 3499.....	46
6- valeurs comprises entre 3500 et 3999.....	63
7- valeurs comprises entre 4000 et 4499.....	70
8- valeurs comprises entre 4500 et 4999.....	60
9- valeurs comprises entre 5000 et 5499.....	48
10- valeurs comprises entre 5500 et 5999.....	41
11- valeurs comprises entre 6000 et 6499.....	39
12- valeurs comprises entre 6500 et 6999.....	13
13- valeurs comprises entre 7000 et 7499.....	14
14- valeurs comprises entre 7500 et 7999.....	11
15- valeurs comprises entre 8000 et 8499.....	11
16- valeurs comprises entre 8500 et 8999.....	7
17- valeurs égales ou supérieures à 9000.....	10

VARIATIONS DES POLYNUCLEAIRES NEUTROPHILES (VALEURS ABSOLUES)





10 INDIVIDUS

100 ELEMENTS

GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DES BASOPHILES
(VALEUR ABSOLUE)

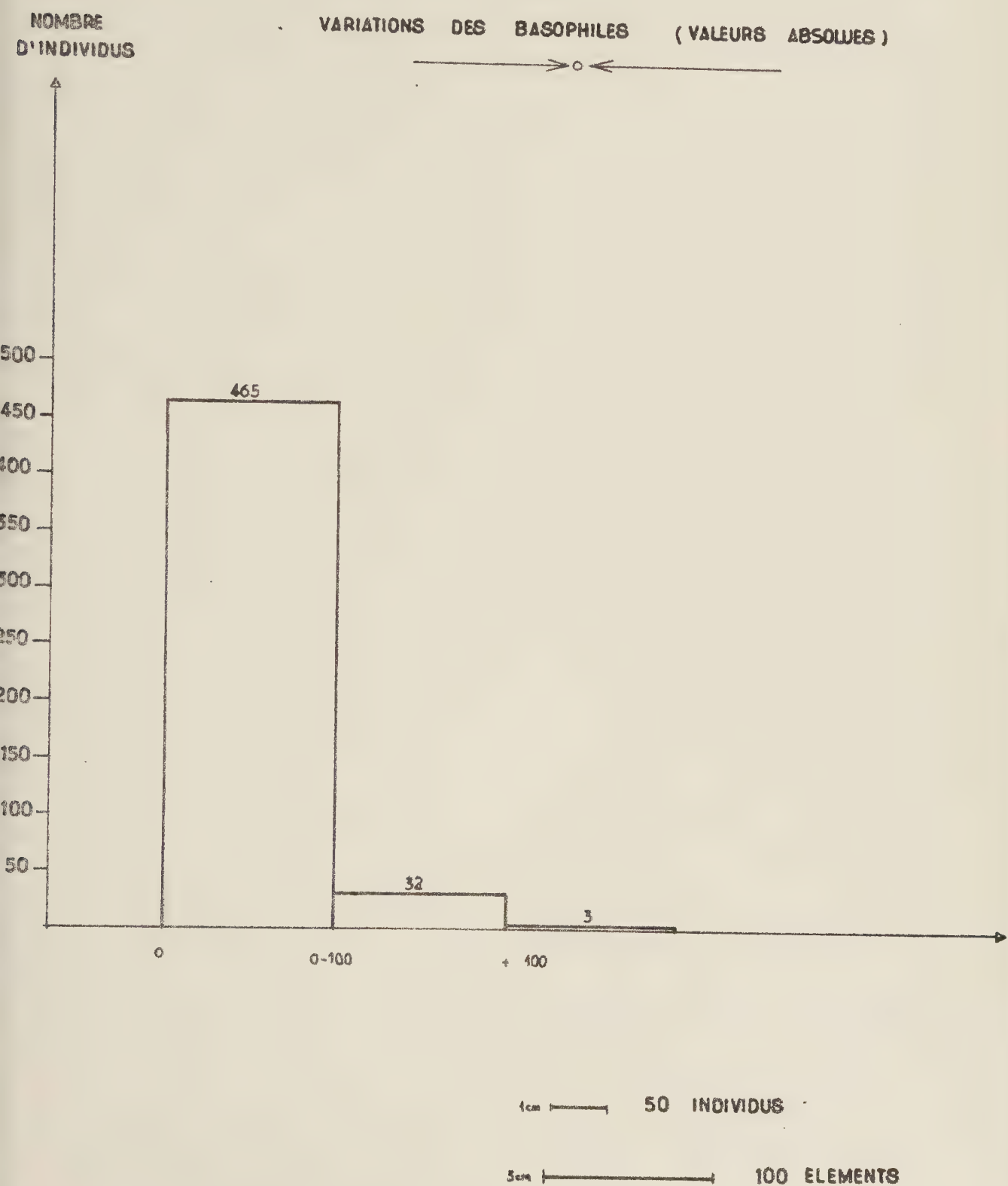
Chaque colonne représente une variation de 100 éléments

—

— valeurs égales à 0..... 465

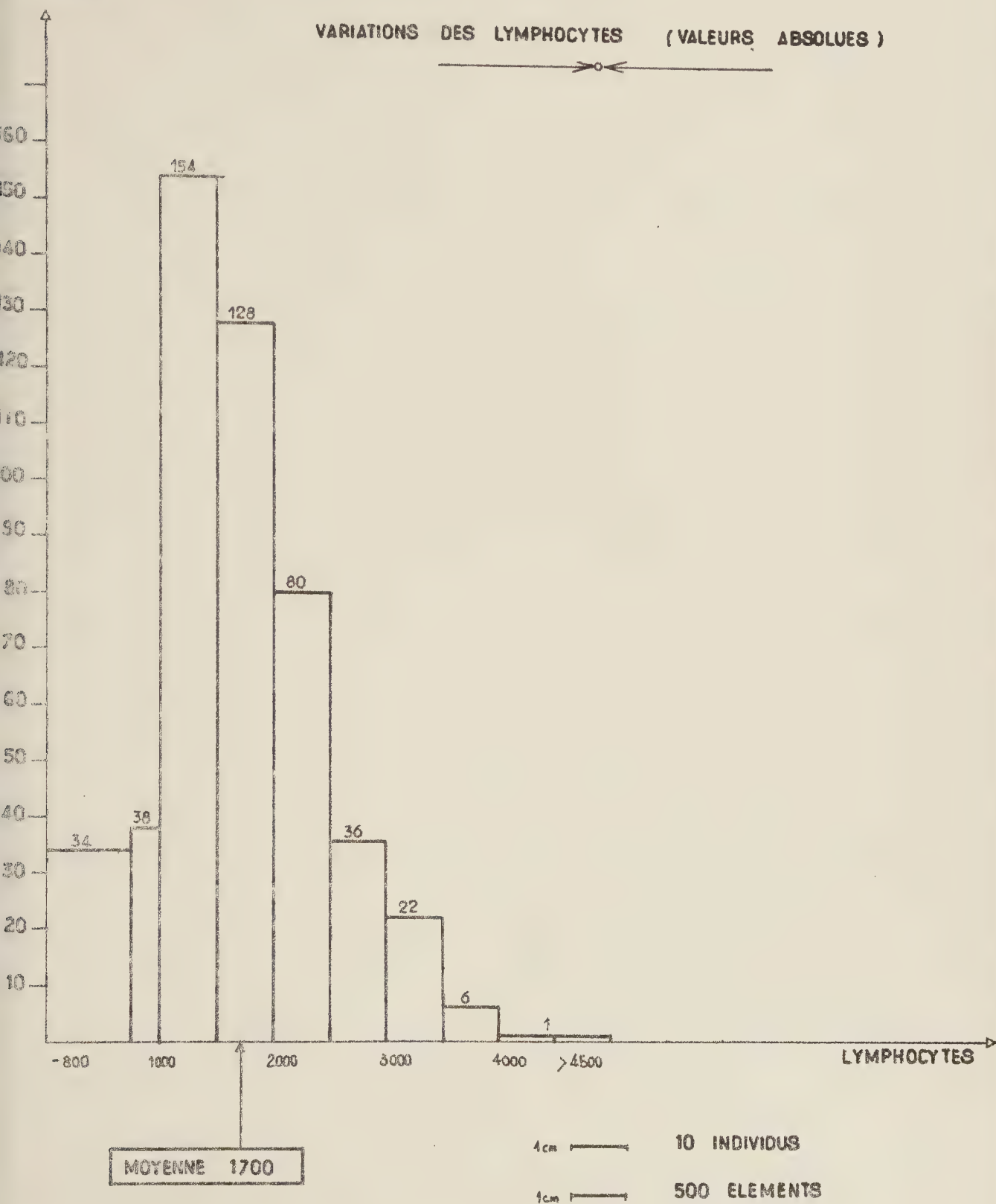
— valeurs comprises entre 0 et 100.... 32

— valeurs supérieures à 100..... 3



NOMBRE
D'INDIVIDUS

VARIATIONS DES LYMPHOCYTES (VALEURS ABSOLUES)



GRAPHIQUE REPRESENTANT
LES VARIATIONS
DES MONOCYTES
(VALEUR ABSOLUE)

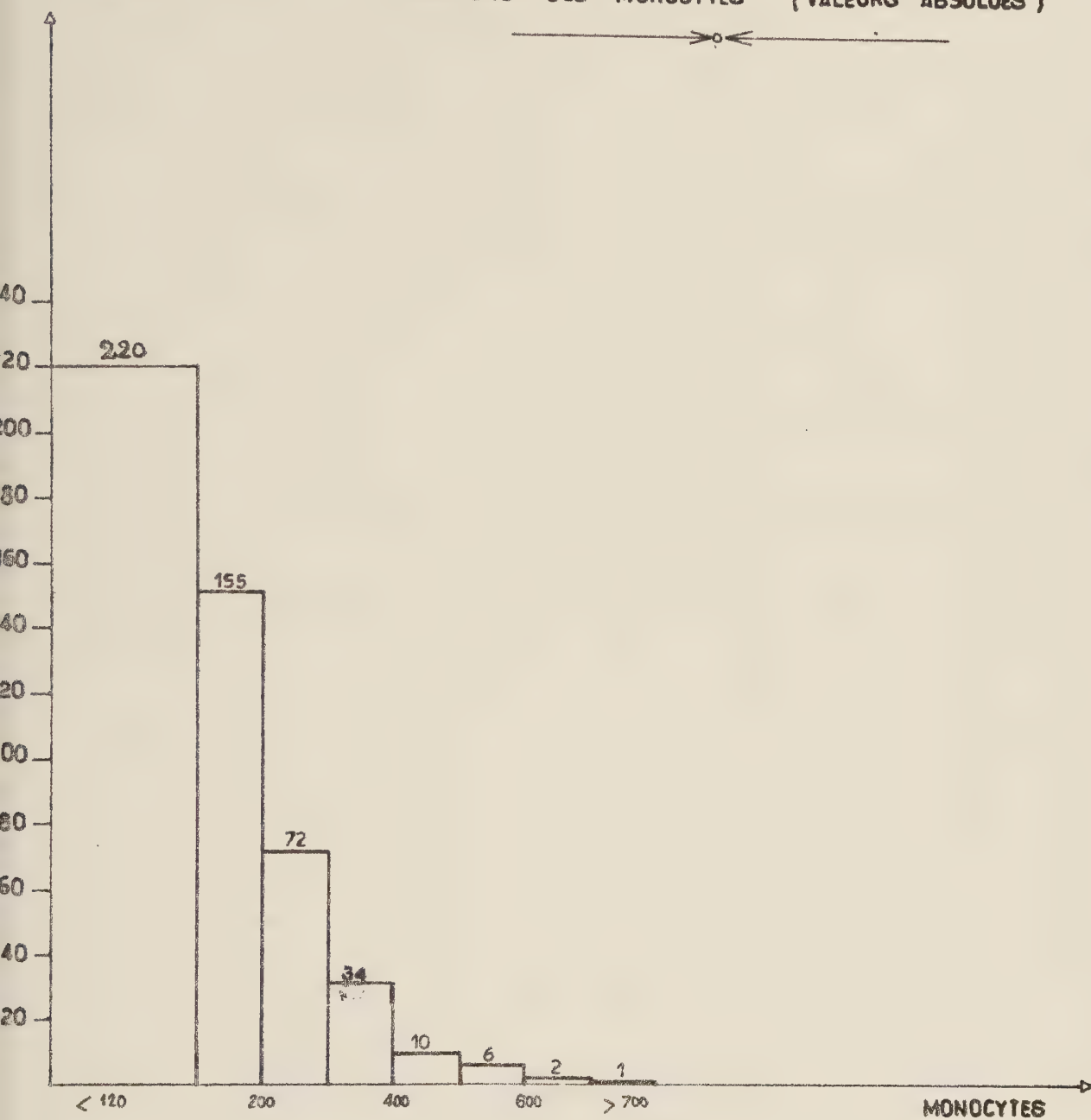
Chaque colonne représentera une variation de 100 éléments exceptées les deux premières colonnes.

- la première représente les valeurs inférieures à 120 éléments 220
- la seconde les valeurs comprises entre 120 et 199 éléments 155

- 3- valeurs comprises entre 200 et 299..... 72
- 4- valeurs comprises entre 300 et 399..... 34
- 5- valeurs comprises entre 400 et 499..... 10
- 6- valeurs comprises entre 500 et 599..... 6
- 7- valeurs comprises entre 600 et 699..... 2
- 8- valeurs supérieures ou égales à 700..... 1

NOMBRE
D'INDIVIDUS

VARIATIONS DES MONOCYTES (VALEURS ABSOLUES)



— 20 INDIVIDUS

— 100 ELEMENTS

TABLEAU RECAPITULATIF
DES MOYENNES GENERALES

Examens	Moyennes	Ecart-type
G R	4,6	0,5
G.B.	6.700	1.900
Hte	43%	4
Hb	15,2	2
V.G.M.	92	8
C.C.M. Hb	35,5	4
T.G.M. Hb	33	5
Neutrophiles (valeur absolue)	4.800	1.700
Eosinophiles (valeur absolue)	de 0 à 150	
Basophiles (valeur absolue)	de 0 à 23	
Lymphocytes (valeur absolue)	1.700	700
Monocytes (valeur absolue)	150	100

II- ANALYSE DES RESULTATS .

1- RESULTATS SUIVANT LES SEXES :

Examens	Moyenne Hommes	Ecart Type	Moyenne Femmes	Ecart Type
G R	4,8	0,5	4,0	0,5
G B	6.700	2.000	7.200	2.200
Hte	43%	4	37%	4
Hb	15,4	2	13,5	3
V.G.M.	92	8	92	6
C.C.M. Hb	36%	4	36%	6
T.G.M. Hb	32	4	33	6

Les chiffres ont été arrondis . Les moyennes générales étaient les suivantes .

Examens	Moyenne	Ecart-type
G R	4,6	0,5
G B	6.700	1.900
Hte	43%	4
Hb	15,2	2
V.G.M.	92	8
C.C.M. Hb	36	4
T.G.M. Hb	33	5

2/ RESULTATS SUIVANT LES AGES :

Examens pratiqués	Moyennes et écarts-types.			
	20-24 ans	25-29ans	30-39 ans	40-49 ans
G R	4,7 (0,5)	4,7 (0,5)	4,8 (0,5)	4,6 (0,5)
G B	6.500 (2.000)	6.700 (2.000)	7.000 (2.000)	6.700 (1.700)
Hte	44% (3)	44% (3)	44% (4)	42% (3)
H B	15,4 (1,4)	15,3 (2)	15,8 (2)	15,1 (1,6)
V.G.M.	92 (7)	92 (7)	91 (9)	90 (8)
C.C.M. Hb	35 (4)	35 (4)	36 (4)	36 (4)
TGM Hb	32 (4)	32 (4)	32 (3)	33 (4)

Les chiffres ont été arrondis .

Les résultats groupés par age
ne concernent que les sujets masculins .

Q U A T R I E M E P A R T I E

COMMENTAIRES

= Nous verrons au cours de cette dernière partie :

- Les limites de notre travail

- . dues au choix des sujets .
- . dues aux techniques utilisées .

- le nombre de mesures

= Nous effectuerons enfin une comparaison avec les autres travaux

= Nous essaierons d'apporter une conclusion à ce travail .

Nous allons , dans cette dernière partie , interpréter nos résultats .

Dans un premier temps nous commenterons notre travail .

Ensuite nous donnerons les résultats d'autres travaux sur ce sujet , publiés dans la littérature médicale mondiale .

I- COMMENTAIRES SUR LE TRAVAIL LUI-MEME

Nous verrons successivement quels ont été :

- . les limites de ce travail .
- . le nombre de mesures effectuées .

1- LES LIMITES DE CE TRAVAIL

a/ Choix des sujets :

Nous avons , au cours de la deuxième partie défini en détail les caractéristiques de la population choisie et décrit les techniques utilisées .

Il s'agissait, rapellons-le , d'une population à l'embauche , adulte et saine donc que l'on pouvait considérer, dans la limites des réserves émises par WINTROBE (58) comme normale .

Pourquoi avons-nous choisi ces personnes ?

Tout d'abord parce que , travaillant dans le service autonome de Médecine du travail d'une grande Société nationale , nous étions assurés d'un recrutement régulier de personnes répondant aux critères définis dans la deuxième partie .

Ensuite parce que , nous l'avons déjà souligné , il nous semblait surprenant de voir appliquer des décrets fixant des normes hématologiques d'une manière qui nous paraissait arbitraire.

a/ limites dues à l'age :

Nos examens ont été pratiqués exclusivement chez des adultes des deux sexes .

- . Les enfants ont été exclus en raison des trop grandes variations de leurs constantes . De toutes façons nous n'avons vu que quelques adolescents , apprentis .
- . Nous avons par contre eu l'occasion de voir assez souvent des sujets âgés que nous avons éliminés en raison de leur état de santé souvent déficient.

Nous aurions voulu grouper une population relativement homogène et obtenir des séries à peu près égales . En fait , nous avons une série de sujets entre 20 et 30 ans supérieure à celles des sujets de 30 ans et plus .

Nous aurions pu éliminer certains sujets et obtenir des séries plus régulières. Il nous a semblé plus intéressant de prendre les personnes au fur et à mesure de leur présentation à la visite dans les limites d'âge et de sélection que nous nous étions fixées .

Si nous comparons nos chiffres avec ceux établis lors du recensement de 1966(50).

Enquête :

- 18 - 19 ans:	35	soit	7% du total.
- 20 - 24 ans:	173	soit	34,6 %
- 25 - 29 ans:	77	soit	15,4 %
- 30 - 39 ans:	133	soit	26,6 %
- 40 - 49 ans:	60	soit	12 %
- 50 ans et +:	22	soit	4,4 %

Population totale en Algérie:

- 18 - 19 ans:	407.187	=	7,9 %
- 20 - 29 ans:	1.621.109	=	31,5 %
- 30 - 39 ans:	1.332.883	=	25,8 %
- 40 - 49 ans:	866.662	=	16,8 %
- 50 - 64 ans:	924.373	=	18 %

Ces chiffres concernent la population totale et non la population active. Dans le groupe de 20 à 29 ans , nous avons une représentation supérieure au pourcentage total : 40 % de nos cas contre 31,5% . tandis que le pourcentage de sujets plus âgés , faible dans notre enquête (12% et 4,4 %) représente 16,8 et 18 % de la population totale . Ceci nous semble normal , notre recrutement concernant une population jeune mais nous pensions devoir le signaler .

b/ limites dues au sexe :

Nous avons 50 femmes pour 450 hommes .

Ayant inclus dans notre enquête toutes celles qui étaient passées en visite d'embauche durant un an , exception faite de celles qui ne présentaient pas les qualités requises , il nous était difficile de faire mieux .

Si nous comparons ce chiffre à celui de la population active en Algérie nous avons :

- Enquête : - Hommes : 450 soit 90%
 - Femmes : 50 soit 10%

- Population active en Algérie :

- Hommes :2.682.209 =
- Femmes : 111.474 =

Ce qui nous donne un pourcentage très en deça de notre sélection .

Il faut toutefois signaler le pourcentage respectif d'hommes et de femmes en raison des différences remarquées dans leurs constantes sanguines . La présence de 10% de femmes pourrait donc infléchir la moyenne générale .

c/ limites de la sélection de sujets " normaux"

Nous ne reviendrons pas sur l'écart statistique et rapellerons que , dans une population de 100 personnes , pour un coefficient de variabilité de 2 , 95 personnes seulement peuvent être considérées comme normales .

Nous avons , nous même examiné les 500 personnes ayant fait l'objet de cette enquête et , malgré une sélection sérieuse nous avons pu avoir quelques sujets qui présentaient des affections minimales compatibles avec l'embauche : (surinfections de la sphère respiratoire , caries dentaires en constitution , infections génitales , anémies cliniquement difficiles à déceler etc..) . Les résultats ont montré que peu de sujets présentaient des hémogrammes pathologiques .

- . un sujet avait des valeurs anormales :
anémie , hyperleucocytose , hémoglobine très abaissée .
- . 27 sujets -dont 3 femmes - avaient une numération blanche supérieure à 10.000 . Parmi ceux-ci , 7 dépassaient 12.000 .

Nous les avons malgré tout conservés ,

- . d'une part parce que leur nombre nous a semblé trop faible pour modifier sensiblement les résultats .
- . d'autre part parce que des travaux récents (17) font état de leucocytoses à plus de 10.000 chez des sujets apparemment normaux .Ceux-ci ont été suivis pendant des années - près de 20 ans - et l'on n'a pu découvrir , chez la plupart aucune affection pouvant expliquer cette leucocytose d'ailleurs persistante .Il semblait donc difficile d' éliminer ces sujets pour cette seule raison . (55)

B/-- Techniques employées :

Nous avons utilisé des techniques courantes de laboratoire , dans les conditions normales de fonctionnement . Il ne s'agit pas d'un travail expérimental .

Nous les avons décrites dans la deuxième partie et le choix de l'une ou de l'autre technique a pu influencer nos résultats .

a/ facteurs liés à la variabilité des opérateurs:

Certains ont été éliminés :

- . Nos prélèvements ont tous été assurés par la même personne , dans la même salle dans des conditions strictement semblables . Seul le facteur psychique a pu jouer mais il y a eu un seul sujet particulièrement émotif et nous l'avons éliminé !
- . Les étalements et les formules leucocytaires ont été faits par nous .
- . Les analyses ont été effectuées dans le même laboratoire, par des laborantins de métier .

Il existe cependant quelques facteurs qui ont varié :

- . Les numérations , qui devaient , à l'origine être faites à l'aide d'un compteur

électronique ont été pratiquées à partir de la 36 ème suivant la méthode traditionnelle microscopique , l' appareil Coulter étant tombé malencontreusement en panne .

- . L'appareil Vitatron utilisé pour le dosage de l'hémoglobine est , lui aussi tombé en panne quelques jours en cours d'enquête . 20 prélèvements ont été analysés avec un appareil Unimeter. Après la remise en service de l'appareil Vitatron , l'Unimeter a été testé et les résultats comparatifs n'ont pas montré de différences . D ' autre part 20 mesures , représentant 4% du total , nous ne pensons guère avoir modifié nos résultats.

Nous avons travaillé avec les possibilités actuelles et ne pouvions faire mieux . C'est pourquoi nous avons déjà signalé que des moyens plus adaptés permettraient certainement des résultats plus rigoureux .

b/ facteurs liés aux techniques utilisées :

1- les numérations :

Les numérations au microscope sont évidemment bien moins précises que les numérations par la méthode électronique . Rappelons que BIGGS et MAC MILLAN estiment l'erreur totale entre 10 et 15% pour les analyses par cette méthode , dans les conditions normales de fonctionnement de laboratoires souvent surchargés , à 8% pour des analyses pratiquées par un personnel très spéciali-

se contre 2% d'erreur totale dans le cas des numérations électroniques .
CARTWRIGHT , qui a vraiment cerné le problème sous tous ses aspects donne à peu près les mêmes valeurs . (21)

2 - Le dosage de l'hémoglobine :

L'utilisation de la meilleure méthode (méthode à la cyanméthémoglobine) actuellement adoptée officiellement par l'O.M.S. le B.I. l'Association of American pathologists et rapellons- le le Comité Européen de standardisation des normes hématologiques a réduit au minimum nos causes d'erreurs . Il est vrai que celles-ci persistent dans le prélèvement et la dilution mais nous devrions avoir obtenu des résultats valables .

3 - La mesure de l'hématocrite :

Nos mesures ont été faites au moyen de tubes pour micro-hématocrites , technique légèrement moins précise que celle par macrohématocrite mais la différence est si minime que nous pensons avoir des mesures correctes .

4 - Les équilibres leucocytaires :

Ayant été pratiqués sur 100 éléments ils sont moins précis que sur 200 . Le diagramme de CARTWRIGHT que nous avons donné dans notre première partie permet d'évaluer cette erreur .

De toutes façons, tous les équilibres ont été lus par nos soins avec le même appareillage .

5 - Les calculs :

Ils ont été effectués avec une calculatrice électronique et ne comportent donc pas d'erreurs .

2/- NOMBRE DE MESURES EFFECTUEES :

Les 500 résultats que nous avons obtenus peuvent-ils suffire à établir des moyennes ?

Si nous considérons notre échantillon comme un sondage , la moyenne observée pour chaque paramètre est représentative de l'ensemble de la population algérienne active qui pourrait être examinée dans les mêmes conditions uniquement.

Elle est donc représentative de la population active d'une Société industrielle, employés et ouvriers , avec un intervalle de confiance qu'il est facile de calculer (52)

L'utilisation des méthodes statistiques applicables sur des échantillons au moins égaux à 30 unités nous permet d'appliquer les formules ci-dessous où :

M est la moyenne de l'ensemble de la population considérée .

m:la moyenne déterminée sur l'échantillon

s:l'écart-type .

n:le nombre de mesures faites .

Moyenne applicable :

- avec un risque d'erreur de 5 % :

$$M = m \times \frac{1,96 \times s}{n}$$

- avec un risque d'erreur de 1 % :

$$M = m \times \frac{2,576 \times s}{n}$$

- avec un risque d'erreur de 1°/°°:

$$M = m \times \frac{3,290 \times s}{n}$$

Ce qui signifie , en pratique ,
que , pour le taux de l'hématocrite si :

$$m = 43 \%$$

$$s = 4$$

$$n = 500$$

la moyenne de la mesure de l'hémato-
crite de la population définie est de :

$$43 \% + \text{ou} - 0,35 \text{ avec un risque de } 5\%$$

$$43 \% + \text{ou} - 0,46 \text{ avec un risque de } 1\%$$

$$43 \% + \text{ou} - 0,59 \text{ avec un risque de } 1^\circ/\text{°°}$$

La taille de notre échantillon est
donc suffisante dans les limites définies .

II -- COMPARAISONS AVEC LES AUTRES TRAVAUX

Nous indiquerons , pour chaque paramètre trois moyennes établies dans différents pays et les comparerons à nos résultats . Nos bases de comparaison sont issues de pays développés , aucune étude , à notre connaissance , n'ayant été faite sur des populations de pays en voie de développement .

A partir de nos moyennes , nous définirons des valeurs limites : celles obtenues en ajoutant ou retranchant un écart-type .

Nous avons choisi des moyennes relevées dans trois ouvrages :

- aux Etats-Unis : " Clinical Hematology " de WINTROBE (58)
- en Angleterre : " Practical haematology " de DACIE & LEWIS (24)
- en France : " Abrégé d'hématologie " de J. BERNARD et J.P.LEVY . (7)

Nous tracerons un tableau récapitulant les valeurs moyennes données par ces trois auteurs et nos résultats :

- pour les constantes erythrocytaires
- pour les constantes leucocytaires

TABIEAU RECAPITULATIF DES CONSTANTES ERYTHROCYTAIRES .

		WINTROBE	DACIE	J. BERNARD	ALGER
G R	H	5,4 (4,6-6,2)	4,5-6,5	4,5-5,9	4,8 ($\pm$ 0,5) (4,3-5,3)
	F	4,8 (4,2-5,4)	3,9-5,6	4,0-5,4	4,0 ($\pm$ 0,5) (3,5-4,5)
H T E	H	47 (42 - 52)	40-54	40 - 54	43 (4) (39 - 47)
	F	42 (37 - 47)	35-47	35 - 47	37 (4) (33 - 41)
H B	H	16 (14 - 18)	13,5-18	13 - 18	15,4(2) (13,4 -17,4)
	F	14 (12 - 16)	11,5-16,5	12 - 16	13,5(2) (11,5-15,5)
V G M	H	87 (80 - 94)	76-96	85 - 95	92($\pm$ 8) (84-100)
	F	taux établis pour les deux sexes .			
C C M Hb	H	34 (32 - 37)	30-35	32 - 38	35,5($\pm$ 4) (31,5-39,5)
	F	taux établis pour les deux sexes .			
T G M Hb	H	29 (26 - 32)	27-32	27 - 31	33 (5) (28-38)
	F	taux établis pour les deux sexes .			

En ce qui concerne les numérations , notre taux moyen est nettement plus bas que les moyennes étrangères ; en effet , notre limite supérieure n'atteint pas le taux moyen donné par WINTROBE .

Ceci peut s'expliquer :

- par les nombreuses causes d'erreurs intervenant dans le décompte des globules rouges. Celles-ci ont été faites visuellement, ce qui donne un pourcentage d'erreur entre 10 et 15% pour NAJEAN (44) . La lecture a été assurée par les laborantins de la Clinique Hématologique du Centre hospitalier et universitaire d'Alger en surplus du travail quotidien d'un service important . Nos résultats auraient certainement été plus précis si l'appareil COULTER avait fonctionné .

- par un facteur géographique :
 - . dénutrition
 - . facteur racial ?

Nous avons , d'autre part un taux d'hématocrite également plus bas que les moyennes des autres pays :

39-47 pour homme contre 40 - 54 ou 52

33-41 pour les femmes contre 35 à 47 .

Là encore des erreurs peuvent intervenir mais ces taux ~~Elas~~ corroboreraient nos numérations .

Par contre nos taux d'hémoglobine sont sensiblement les mêmes que dans d'autres pays plus développés . Nous avons même eu des taux très élevés chez certains sujets . Ces examens ayant été fait suivant la meilleure méthode , il faudrait penser que c'est notre résultat le plus juste .

La plupart de nos sujets venaient d'agglomérations où les apports alimentaires sont plus variés que dans des régions déshéritées.

Il nous faut donc constater une dissociation entre les taux d'hémoglobine et l'hématocrite et numérations.

Les valeurs calculées, fonction des paramètres sont également différentes des moyennes dans le monde.

Le volume globulaire moyen est plus élevé notre moyenne étant à 92 (90 environ dans les autres pays). 94 de nos sujets ont une valeur supérieure à 96 microns-cubes qui est la limite maximale donnée par WINTROBE.

Mais nous devons noter que, d'une part, de récentes études (54) font état de volumes globulaires moyens plus élevés chez des sujets âgés ou fumeurs ce qui est peut-être le cas de nos ouvriers fumant pour la plupart, d'autre part, il faudrait penser que, puisque la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ne peut dépasser 38 %, il faut bien que cette hémoglobine dont le taux semble proportionnellement plus grand chez nos sujets se fixe quelque part. La macrocytose que semblerait indiquer le taux élevé du V.G.M. en serait une explication. Les hématies étant plus grandes fixeraient une quantité supérieure d'hémoglobine.

Ceci n'est qu'une hypothèse pour essayer d'expliquer la différence entre nos taux de numération et d'hémoglobine. C'est cependant un point à éclaircir car nous avons eu beaucoup de causes d'erreurs. Il en est de même pour la teneur globulaire moyenne en hémoglobine établie d'après deux paramètres qui ne nous semblent pas concorder.

En ce qui concerne les constantes leucocytaires , les sources d'erreur sont encore plus grandes. Un tableau résumera nos résultats et les valeurs établies dans les mêmes pays que précédemment :

TABEAU RECAPITULATIF DES CONSTANTES LEUCOCYTAIRES .

Valeurs	WINTROBE (U.S.A.)	DACIE (ANGL.)	J. BERNARD (FRANCE)	ALGER
G B	4.300 à 10.000	4.000 à 11.000	4.000 à 10.000	6700 (1900) 4.800 à 8.700
Neutros	1830 à 7250	2500 à 7500	1800 à 7000	4800 (1700) 3.100 à 6.500
Eosino.	0 à 700	40 à 440	50 à 300	0 à 150
Baso.	0 à 150	0 à 23	10 à 50	0 à 23
Lympho.	1500 à 4000	1500 à 3500	1500 à 4000	1700 (700) 1000 à 2400
Monocy.	200 à 950	200 à 800	100 à 700	50 à 250

Notre taux moyen est de 6.700 avec un écart-type de 1900 ce qui nous donne des valeurs limites entre 4800 et 8700 . Notre valeur supérieure est donc basse par rapport aux moyennes des trois autres pays .

Nous attribuons cette différence :

- d'une part , à la variabilité des taux des globules blancs en fonction des sujets . DACIE (24) insiste sur la difficulté d'établir des moyennes leucocytaires représentatives d'une population .

- d'autre part , au temps de latence (environ deux heures)qui s'est écoulé entre l'examen de l'échantillon et le prélèvement , ceci pour des raisons matérielles . On peut observer, ~~rapellons~~ ~~la~~ une neutropénie due au dépôt sur les parois du flacon , des globules blancs doués de propriétés phagocytaires .

Nous constatons également une augmentation du taux des polynucléaires neutrophiles en valeurs absolues . Rapellons simplement que ce taux est , d'après des travaux récents (17) augmenté chez des sujets fumeurs .

Nous avons également noté un taux relativement bas de lymphocytes . Comme dans le cas précédent , et en ce qui concerne toutes les valeurs absolues des équilibres , nous pouvons attribuer cela à la lecture sur 100 éléments , moins précise que sur 200 . C'est également le cas des basophiles et des monocytes . Mais il nous faut noter une étude récente de ZACHARSKI ELVEBACK et WILLIAM constatant une diminution très sensible du taux des lymphocytes lors de l'établissement de statistiques sur les constantes leucocytaires d'une population adulte . Ces auteurs ont été frappés par le taux très inférieur à ceux des études précédentes faites des années auparavant .

En ce qui concerne les éosinophiles , nous avons été surpris d'avoir un taux moyen si bas dans une population , dans l'ensemble souvent parasitée . Le décompte sur 100 éléments est , peut-être , là encore , responsable de cet état de chose .

Nous concluerons sur la valeur de ce travail .

- valeur dans les limites indiquées :

En médecine du travail , son intérêt est certain Les chiffres que nous avons établis concernent une population identique à celle vue en embauche à travers tout le territoire , à peu de différences près . (Il faut en exclure les embauches très limitées , territoires sahariens ou villages) . Ils peuvent donc être considérés comme représentatifs de l'ensemble de cette population prise dans les mêmes conditions et les mêmes limites .

En médecine de soins l'intérêt est bien moindre étant données les limites étroites du cadre de l'enquête . Certes, la Société pétrolière , de part la diversité de ses activités et la répartition de ses unités industrielles à travers tout le territoire algérien a une population diversifiée . Le centre de médecine du travail pratiquait , au moment de l'enquête la quasi-totalité des visites d'embauche assurées et cela quelles que soient les destinations futures des agents . L'existence d'un centre à Oran , assurant également quelques embauches explique notre faible pourcentage dans la répartition géographique de nos sujets . Mais notre enquête excluant une grande partie de la population reste très limitée .

Nous pensons avoir obtenu des moyennes valables dans le cadre d'adultes jeunes et actifs . Il n'est pas plus arbitraire de s'y référer en tant que moyenne de la population algérienne travaillante que d'utiliser les normes étrangères . Mais il faudrait continuer l'enquête sur un nombre plus grand de sujets .

Il reste donc beaucoup à faire :

- . Refaire ce que nous avons fait de manière plus expérimentale .
- . Faire des enquêtes analogues afin d'établir des moyennes pour des catégories plus précises de population :

population féminine

enfants

étude par catégories géographiques

étude par catégories d'age .

Effectuer , enfin , des comparaisons en établissant des moyennes sur des sujets étrangers vivant en Algérie depuis longtemps ou y étant nés . et obéissant aux mêmes critères (travailleurs , age etc.) . C'est , en fait ce qui serait le plus intéressant et nous ne pouvons que regretter que cette possibilité n'ait pas été utilisée avant 1962 ...

On pourrait alors parler de moyennes propres à la population algérienne en les comparant à celles d'une population ethniquement différente vivant dans les mêmes conditions climatiques . Nous noterons enfin , que , dans le cadre de notre visite d'embau- che nous avons également pratiqué pour chacun des sujets intéressés , un groupage sanguin avec détermination du rhésus . Nous n'avons pas voulu l'inclure dans ce travail mais nous utiliserons nos résultats ultérieurement lors de communications .

Si d'autres que nous s'intéressent à la question et poursuivent notre travail , nous jugerons avoir fait oeuvre utile .

* * * * *

* * * * *

- (1) ALBAHARY.C :
" Le benzène , ses utilisations,ses risques pour la santé, son remplacement. "
Bureau International du Travail, Genève
148(1968)
- (2) ATHENS,J W et al:
" Leucocytosis " cité en référence par (17)
Journal of clinical Investigation
(1961)40 , 989 .
- (3) ATHENS,J W et al:
" Leucocytosis " cité en référence par (17)
Journal of clinical investigation .
(1961)40 , 159 .
- (4) AUBERTIN et R.LEVY :
"Formes secondaires du syndrome d'agranulocytose "
(1928) .
- (5) BERNARD.J.:
" Leucopénies et leucocytoses modérées "
Actualités hématologiques . (Masson etCie)
lère Série , 1 ,(1967)
- (6) BERNARD.J. et BESSIS.M:
" Hématologie clinique "
(Masson et Cie) (1958) .
- (7) BERNARD J. et LEVY.J.P.:
" Abrégé d'hématologie "
(Masson et cie)(1971) .
- (8) BERNARD.J. et RUFFIE.J:
" Hématologie géographique "-Ecologie humaine -caractères héréditaires du sang.
(Masson et Cie) (1966) .

(9) BESSIS.M. :

" Traité de cytologie sanguine "
(Masson et cie) 1954 .

(10) BIGGS.R ,MAC MILLAN ,R.L. :

" The errors in some haematological
methods as they are used in a routine
laboratory . "

J.Clin.Path : 1: 269,1948.

(11) BIGGS.R,MAC MILLAN.R.L.:

" The error of red cell count "

J.Clin.Path : 1: 288,1948.

(12) BLAIZOT.M. et collaborateurs :

" Etude statistique de la variabilité
des comptages leucocytaires "

La revue de Médecine , N°10 , 8 mars 1971
519-523 .

(13) BLAIZOT .M. et collaborateurs :

" Etude statistique de la variabilité
des hémogrammes et de ses conséquences
sur la surveillance hématologique des
travailleurs exposés à un risque toxique."
Bulletin du groupement national d'étude
des médecins du bâtiment et des travaux
publics .

Tome VIII , N°2 -1971 ,205 .

(14) BOIVIN.P.,J.P.LEVY et P.LORTHOLARY :

" Examens de laboratoire en Hématologie "
La revue du praticien :Tome XIV ,N°34
1964 , 99.

(15) BOUSSER.J ET BOIVIN.P.:

" Les polyglobulies "

Encyclopédie médico-chirurgicale ,livre 1
1-1965 -13006 L 10 .

- (16) BRECHER.G. ,SCHNEIDERMAN .M. et WILLIAMS.G.Z.:
" Evaluation of electronic blood cell
counter . "
Amer.J.Clin.Path ,26: 1439(1956).
(cité en référence par CARTWRIGHT 21)
- (17) BRITISH MEDICAL JOURNAL :
" Normal leucocytosis "
i,5799 , 328 (1972)
- (18) BRITISH JOURNAL OF HAEMATOLOGY :
" The normal hemoglobin level "
19,N°4,429,(1970) . Chairman:J.V.DACIE .
- (19) BROWN.A. and GOODALL.A.L. :
" Normal variations in blood hemoglobin
concentration "
J.Physiol.104;104,(1946)
cité en référence par WINTROBE (58)
- (20) BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL :
" La protection des travailleurs contre
les radiations ionisantes "
Edité à Genève , (1955)
- (21) CARTWRIGHT .G.E.,MD:
" Diagnostic Laboratory Hematology "
Fourth edition , (1968) (Grune et Stratton)
- (22) CORRE.F.,LELLOUCH.J. and SCHWARTZ.D.:
" normal leucocytosis" cité en référence
par British Medical journal (17)Lancet:2,632,
(1971)
- (23) COTTERN,LANCASTER.H.O. and WALSH.R.J.:
" The variation from day to day in the hemo
globin values of young women . "
Australasian.Ann.Med : 2,99.(1953)
cité en référence par WINTROBE (58)
- (24) DACIE.J.V. and LEWIS.S.M.:
" Practical haematology "
4th edition , (J&A.Churchill) London .

- (25) DEROBERT.L.:
" Intoxications et maladies professionnelles "
Editions médicales Flammarion ,1954 .
- (26) DESOILLE.H.:
"Cours de médecine du travail "
Tome II - 2ème édition 1957 .
- (27) DESOILLE.H.:
" Cours de médecine du travail "
Tome III- 2ème édition 1957 .
- (28) DRABKIN.D.L.
" Photometry and spectrophotometry "
In Glasser,O.(Ed): Medical physics
Chicago, Year Book Publishers,
Vol 3 , 637,(1960)
- (29) DREYFUS.J.C.:
" Physiologie des globules rouges "
Encyclopédie Médico-chirurgicale ,
Livre I,2-1966 , 13000 E 10
- (30) DUHAMEL.G. et GERVAIS.P. :
" Anémies aplastiques , agranulocytoses
et pancytopénies. Hémopathies toxiques ."
Encyclopédie Médico-chirurgicale .
Livre 1 -2-1966, 13018 R 10,R 30
- (31) DURUPT.A. :
" Techniques courantes d'examen de sang "
Encyclopédie médico-chirurgicale .
Livre I -6-1961 , 13000 C 10 .
- (32) FABRE .R:
" Altérations du sang dans les intoxica-
tions professionnelles "
Editions Hermann .Paris .

- (33) GAISBOCK.F. " " .
" La polycythémie "inn.Med.Kin. 1922,21,234
cité en référence par Encyclopédie
médico-chirurgicale . (15)
Livre I-1-1965 ,13006 L 10
- (34) GREENDYKE and al:
"normal values in males at sea level
as determined by several methods "
Amer.J.Clin.Path. 37:429,(1962)
cité en référence par CARTWRIGHT (21)
- (35) HAEGER ET ARONSEN :
" dosage de l'acide delta-amino-lévulini
que et du porphobilinogène , valeurs
normales "
Scand.J.Clin.Lab.Invest.(1960),12, suppl47
cité par Arch.Maladies Prof. 32,1-2 ,
(1971),p.60 .
- (36) HAWKINS.W.W. SPECK.E. and LEONARD.V.G.
" Variation of the hemoglobin level
with age and sex . "
Blood , 9,99, (1954) cité (58)
- (37) HURTADO.A. MERINO.C.and DELGADO.E. :
" Influence of anoxemia on the hemopoietic
activity "
Arch.Int.Med.75,284 , (1945) cité (58)
- (38) JEFFREY.H.C.
" normal leucocytosis " cité par le
British médical journal (17)
Journal of the royal army medical corps .
107,93, (1961)
- (39) Journal Officiel de l'Algérie.
Loi du 31-12-1962 . (Journal dull-1-1963)

- (40) KAPLAN.J.C. LABIE.D. et SCHAPIRA.G. :
" Les méthémoglobiniémies "
Encyclopédie médico-chirurgicale
Livre 1 - 4-1969 , 13007 D 10
- (41) LAWRENCE.J.H. and BERLIN.N.I. :
" The polycythemia of stress "
Arch.Yale J.Biol and Med : 24,498 , (1952)
cité par WINTROBE (58)
- (42) MAC GOVERN.J.J. JONES .A.R. and STEINBERG.A.G. :
" The hematocrit of capillary blood "
New eng.J.Med .253,308(1955)
- (43) MICHAUX .P.
" Valeurs et limites du dépistage clinique
et biologique en pathologie professionnelle ."
ler rapport . XI èmes Journées nationales
de médecine du travail . Nantes, 10-13 Septem-
bre 1970 .
Arch. Malad.Prof. 32,N° 1-2 , 60(1971)
- (44) NAJEAN.Y. :
" Anémies mineures "
Actualités hématologiques .
lère série . 1 , 15 , (1967)
- (45) NATWIG.H. :
" Studies on hemoglobin values in Norway "
I- Hemoglobin levels in adults .
Acta.Med.Scand. 173,423 cité par DACIE (24)
- (46) OSGOOD E.E.BROWNLEY.I.E.,DN,OSGOOD.M.W. and COHEN:
" Total differential and absolute leucocyte
counts and sedimentation rates . Determined
Arch.Inter.Med.64 , 105 (1939)
cité par CARTWRIGHT (21)

(47) FLUYETTE.J :

"Hygiène et sécurité " Lois et textes
réglementaires .

Manuel pratique . 9ème édition , 1966

Groupement de prévention et d'entraide
11bis Rue Portalis . Paris (8ème)

(48) PRESSE MEDICALE :

"Un étalement à la plume " J. MESSERCHMITT
79,N°43 (1971) p.1916 .

décrit en 1961 , 69,p.1486.

(49) RIGENBACH.J:

" Le sang "
(1953)

(50) RECENSEMENT DE LA POPULATION :1966 .

"Résultats de l'exploitation exhaustive"

Résultats généraux pour l'ensemble de l'Al
gérie présentés par wilaya .

Série A . Volume 3 . Alger 1970 .

Edité par la Direction générale du Plan
et des études économiques .

(51) SAUNDERS.C. :

" Some erythrocyte parameters on a cross
section of U.K.A.E.A. employees .

Lab.Pract.14 , 1390 . (cité par DACIE :24)

(52) SCHWARTZ.D.

" Méthodes statistiques à l'usage des
médecins et biologistes "

Flammarion éditeur .

(53) SIMONIN. C:

" Précis de médecine du travail "

2ème édition 1956 . (Maloine)

Troisième tirage 1967.

- (54) TAKASHI OKUMO :
" Red cell size and age " correspondance
Brit.Med.Journal , i, 5799, 569 (1972)
- (55) WARD .H.N. and REINHARD.E.R
" Normal leucocytosis" cité par Brit.Med.
Jour.(17).
Annals of Internal Medicine: 75 , 193, (1971)
- (56) WINTROBE.M.M.
" A sample and accurate hematocrit "(21)
Jour.Lab.Clin.Med. 15 , 287, (1929)
- (57) WINTROBE.M.M.
" Macroscopic examination of blood "(21)
Amer.Jour.Med.Sci. 158, 58 , (1933)
- (58) WINTROBE.M.M.
" Clinical hematology "
6th edition , Lea & Febiger .
- (59) WINTROBE.M.M. and D.G.BOGGS:
" normal values of corpuscular constants
in Harrisson's principles of internal
medicine .
Mac Graw & Hill . 6th edition .
- (60) WINTROBE M.M.:
" Erythrocyte in man "
Medicine , 9 , 99, (1930)
- (61) WILLIAMSON , APPLETON and al:
" valeurs moyennes ayant servi à l'éta-
blissement du diagramme des variations
des constantes erythrocytaires en fonc-
tion de l'age .
- (62) ZACHARSKI .L.R. , ELVEBACK.L.R. and WILLIAM.J.W.:
" Leucocyte counts in healthy adults "
Am.J.Clin.Path. 56 , 148-150 , (1971)

Dispositions légales concernant la protection
des travailleurs soumis à des risques hémopathiques .

1-BENZOLS

Arrêté du 11 Septembre 1947 fixant les termes recommandations
prévues pour les visites médicales effectuées en vertu du
décret du 16-10-1939 (modifié)

I- Lors de l'embauchage il y a lieu de considérer comme
inaptes aux travaux susceptibles de provoquer l'intoxica-
tion benzolique :

" les sujets présentant des anomalies notables du
sang telles que: nombre de globules rouges inférieur à
4.000.000 par mm³ , nombre de globules blancs inférieur
à 5.000 par mm³ pourcentage des polynucléaires neutrophili-
les inférieur à 50 % ...

Si l'examen d'embauchage porte sur du personnel
qualifié ayant déjà effectué des travaux susceptibles de
de provoquer l'intoxication benzolique, les sujets présen-
tant les désordres sanguins isolés ou associés :

Nombre de globules rouges compris entre 3.500.000
et 4 millions par mm³ , nombre de globules blancs compris
entre 3.500 et 5.000 par mm³ , taux de polynucléaires
neutrophiles compris entre 35 et 50 % .

II- A l'issue des examens ultérieurs les sujets examinés se
ront classés en trois catégories :

1/ seront considérés comme aptes les sujets chez
lesquels :

....

b/ l'examen hématologique montre un nombre de globu-
les rouges au moins égal à 4 millions par mm³ , un nom-
bre de globules blanc au moins égal à 5.000 par mm³ , un
taux de polynucléaires neutrophiles au moins égal à 50%.

2/ seront considérés comme inaptes :

....

d/ les sujets chez lesquels sont constatés les
désordres sanguins suivants isolés ou associés :

- . nombre de globules rouges égal ou inférieur à 3.500.000 par millimètre -cube . , nombre de globules blancs égal ou inférieur à 3.500 par millimètre-cube , taux de polynucléaires inférieur ou égal à 35 % .
- . etat leucémoïdes ou leucose .
- . nombre de lymphocytes supérieur à 10.000 par mm3

3/ seront maintenus en observation tout en continuant leur travail et sous réserve d'un examen hématologique et clinique pratiqué deux mois après :

...

d/ les sujets présentant les désordres sanguins modérés suivants isolés ou associés :

- . nombre de globules rouges compris entre 3.500.000 et 4 millions , nombre de globules blancs compris entre 3.500 et 5.000 , taux de polynucléaires neutrophiles compris entre 35 et 50 % "

2/ PLOMB :

Recommandations concernant les visites médicales effectuées en vertu de l'article 10 du décret N°48-1901 du 11-12-1948 modifié par le décret n° 55-849 du 23 Juin 1955 .

!...

III- L'article 12 du décret modifié prescrit de compléter obligatoirement l'examen clinique d'un sujet exposé aux poussières ou aux fumées saturnines par :

Un examen hématologique comportant la numération globulaire , la formule sanguine , le dosage de l'hémoglobine et la numération des hématies à granulations basophiles ainsi que le dosage de l'urée dans le sang lorsqu'il s'agit de l'admission à un travail exposant à l'intoxication saturnine ; "

AVANT - PROPOS .

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : POSITION DU PROBLEME

1- Interet de notre travail.....	7
2- Les différentes sources d'erreurs	8
a/ rappel des méthodes d'études....	8
Prélèvement	8
préparation	9
lecture	13
b/ les causes d'erreurs:.....	15
prélèvement	15
préparation	15
lecture.....	18
c/ tableaux	24
3- Les variations des constantes :.....	30
a/ variations journalières.....	30
b/ variations physiologiques	32
c/ variations géographiques.....	37
d/ variations sous l'effet de différents facteurs	37
4- Les principaux syndromes des hémopathies professionnelles.....	41
a/ anémies.....	41
b/ syndrome hémolytique.....	49
c/ polyglobulies	50
d/ altérations de l'hémoglobine...	50
e/ erythroblastoses	51
f/ leucopénies , agranulocytoses..	51
g/ hyperleucocytoses	52
h/ leucémies	53

DEUXIEME PARTIE : PROTOCOLE DE NOTRE ENQUETE :

1- Les sujets examinés :.....	58
a/ circonstances	58
b/ répartition	59
c/ origine géographique	60
2- Les techniquesutilisées :.....	61

TROISIEME PARTIE : NOS RESULTATS .

1- Résultats globaux :.....	67
a/ Les graphiques des paramètres	67
. numérations rouges	69
. numérations blanches	71
. hémoglobine	73
. hématocrite	75
b/ Les graphiques des valeurs calculées	
. volume globulaire moyen	77
. concentration corpusculaire	
moyenne en hémoglobine	79
. teneur globulaire moyenne	
en hémoglobine	81
c/ Les graphiques des équilibres :	
. Polynucléaires neutrophiles ...	83
. Polynucléaires éosinophiles ..	85
. Polynucléaires basophiles	87
. Lymphocytes	89
. Monocytes	91
d/ Tableau récapitulatif:.....	93
2- Analyse des résultats :	
. par sexe:.....	94
. par age:.....	95

QUATRIEME PARTIE : COMMENTAIRES

1- Commentaires sur le travail lui-même	98
a/ limites du travail :.....	98
b/ nombre de mesures :.....	106
2- Comparaisons avec les autres travaux :.....	108
a/ constantes erythrocytaires :.....	109
b/ constantes leucocytaires :.....	112

CONCLUSION	114
------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES : DISPOSITIONS LEGALES .

